

**IMPLEMENTASI *K-MEANS CLUSTERING* DALAM  
PEMETAAN DAERAH RAWAN PENCURIAN KENDARAAN  
BERMOTOR DAN PENCURIAN DENGAN KEKERASAN  
BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS  
(STUDI KASUS DI KABUPATEN PROBOLINGGO)**

**SKRIPSI**



Oleh :

**Daffa Fauzi Rahman**

**NIM E41211408**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI  
POLITEKNIK NEGERI JEMBER  
2024**

**IMPLEMENTASI *K-MEANS CLUSTERING* DALAM  
PEMETAAN DAERAH RAWAN PENCURIAN KENDARAAN  
BERMOTOR DAN PENCURIAN DENGAN KEKERASAN  
BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS  
(STUDI KASUS DI KABUPATEN PROBOLINGGO)**

**SKRIPSI**



Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan (S.Tr.)  
di Program Studi Teknik Informatika Jurusan Teknologi Informasi

Oleh :

**Daffa Fauzi Rahman**

**NIM E41211408**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI  
POLITEKNIK NEGERI JEMBER  
2024**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI  
POLITEKNIK NEGERI JEMBER  
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI**

---

**IMPLEMENTASI *K-MEANS CLUSTERING* DALAM PEMETAAN  
DAERAH RAWAN PENCURIAN KENDARAAN BERMOTOR  
DAN PENCURIAN DENGAN KEKERASAN BERBASIS  
SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS  
(STUDI KASUS DI KABUPATEN PROBOLINGGO)**

**Daffa Fauzi Rahman (E41211408)**

Telah Diuji Pada Tanggal 19 Mei 2025

Dan Dinyatakan Memenuhi Syarat

Ketua Penguji,

Dia Bitari Mei Yuana, S.ST., M.Tr.Kom.  
NIP. 19930508 202203 2 013

Sekretaris Penguji,

Anggota Penguji,

Bety Etikasari, S.Pd, M.Pd  
NIP. 19920528 201803 2 001

Fatimatuzzahra, S.Kom., M.Kom  
NIP. 19950602 202406 2 005

Dosen Pembimbing,

Bety Etikasari, S.Pd, M.Pd  
NIP. 19920528 201803 2 001

Mengesahkan,  
Ketua Jurusan Teknologi Informasi

Hendra Yufit Riskiawan, S.Kom, M.Cs  
NIP. 19830203 200604 1 003

## **SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Daffa Fauzi Rahman

NIM : E41211408

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam Skripsi saya yang berjudul “Implementasi *K-Means Clustering* Dalam Pemetaan Daerah Rawan Pencurian Kendaraan Bermotor Dan Pencurian Dengan Kekerasan Berbasis Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus Di Kabupaten Probolinggo)“ merupakan gagasan dan hasil karya sendiri dengan arahan dosen pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi mana pun.

Semua data dan informasi telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir Skripsi ini.

Jember, 19 Mei 2025

Daffa Fauzi Rahman  
E41211408



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

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Daffa Fauzi Rahman

NIM : E41211408

Program Studi : D4 Teknik Informatika

Jurusan : Teknologi Informasi

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

**Implementasi *K-Means Clustering* Dalam Pemetaan Daerah Rawan  
Pencurian Kendaraan Bermotor Dan Pencurian Dengan Kekerasan Berbasis  
Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus Di Kabupaten Probolinggo)**

Dengan Hak bebas Royalti Non-Eklusif ini UPT. Perpustakaan Politeknik Negeri Jember berhak menyimpan, mengalih media atau format, mengelola dalam bentuk Pangkalan Data (Database), mendistribusikan karya dan menampilkan atau mempublikasikannya di Internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Jember, Segala Bentuk tuntutan hukum yang timbul atas Pelanggaran Hak Cipta dalam Karya Ilmiah ini

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jember  
Pada Tanggal : 19 Mei 2025  
Yang dinyatakan

Nama : Daffa Fauzi Rahman  
NIM : E41211408

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, karunia, serta hidayah-Nya yang tiada henti. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada junjungan Nabi Muhammad SAW sebagai teladan sepanjang masa. Dengan penuh rasa syukur, penulis mempersesembahkan karya skripsi yang berjudul “Implementasi *K-Means Clustering* Dalam Pemetaan Daerah Rawan Pencurian Kendaraan Bermotor Dan Pencurian Dengan Kekerasan Berbasis Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus Di Kabupaten Probolinggo)” sebagai bentuk pencapaian dalam menyelesaikan studi pada Program Sarjana Terapan di Program Studi D-IV Teknik Informatika. Pencapaian ini tidak terlepas dari doa, bimbingan, dan dukungan yang tulus dari berbagai pihak yang telah memberikan semangat serta motivasi kepada penulis selama proses studi dan juga proses penyusunan skripsi hingga penyelesaian skripsi ini. Oleh karena itu karya tulis ilmiah yang berupa skripsi ini, penulis persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua penulis yaitu Bapak Budiman dan Ibu Mutmainah atas doa, kasih sayang, serta dukungan yang tak henti-hentinya dalam setiap langkah penulis hingga berhasil menyelesaikan studi ini.
2. Bapak Saiful Anwar, S.TP.,M.P sebagai Direktur Politeknik Negeri Jember
3. Bapak Hendra Yufit Riskiawan, S.Kom.,M.Cs. sebagai Ketua Jurusan Teknologi Informasi
4. Ibu Bety Etikasari, S.Pd.,M.Pd. sebagai Koordinator Prodi D4 Teknik Informatika sekaligus dosen pembimbing penulis yang telah memberikan ilmu, bimbingan, masukan serta saran, dan juga motivasi kepada penulis.
5. Ibu Dia Bitari Mei Yuana, S.ST., M.Tr.Kom. dan Ibu Fatimatuzzahra, S.Kom., M.Kom. sebagai dosen penguji yang telah memberikan bantuan, saran, masukan, serta motivasi yang bersifat membangun.
6. Seluruh Dosen dan Staff Jurusan Teknologi Informasi yang juga telah memberikan ilmu dan pengalaman yang bermanfaat selama masa studi.

7. Seluruh personil kontrakan Keluarga Cemara ( Ilham, Arya, Bangla, Rizal, Yudis, Lana, Sugeng, Akbar, Afin, Fawaid, Gigas ) yang telah menghambat pengerjaan Skripsi dan Studi Penulis
8. Seluruh pengurus HMJ TI periode 2023 dan 2022 yang juga memberikan banyak dukungan serta pengalaman yang luar biasa.
9. Almamater penulis yaitu Politeknik Negeri Jember

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap segala bentuk masukan, kritik, dan saran yang membangun demi perbaikan ke depannya. Penulis juga memohon maaf yang sebesar-besarnya apabila terdapat kekeliruan maupun tidak tepatan dalam penulisan maupun isi dari skripsi ini.

## **HALAMAN MOTO**

“Sepusing Dan Seberat Apa Masalahmu Kursi Indomaret Adalah Solusi”

(Daffa Rahman)

“Hidup Itu Panggung Komedi, Jadi Jangan Terlalu Serius”

(Daffa Rahman)

“Deadline Dekat = Semangat Membara”

(Daffa Rahman)

**Implementasi *K-Means Clustering* Dalam Pemetaan Daerah Rawan  
Pencurian Kendaraan Bermotor Dan Pencurian Dengan  
Kekerasan Berbasis Sistem Informasi Geografis  
(Studi Kasus Di Kabupaten Probolinggo)**

Dibimbing oleh Bety Etikasari, S.Pd.,M.Pd.

**Daffa Fauzi Rahman**

Program Studi Teknik Informatika

Jurusan Teknologi Informasi

**ABSTRAK**

Peningkatan kasus kriminalitas di Kabupaten Probolinggo, khususnya pencurian dengan kekerasan (curas) dan pencurian kendaraan bermotor (curanmor), mendorong perlunya strategi pencegahan berbasis data spasial. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan algoritma *K-Means Clustering* dengan perhitungan jarak menggunakan persamaan *Manhattan* satu dimensi dalam pemetaan daerah rawan curas dan curanmor, menentukan nilai  $k$  optimal menggunakan metode *elbow*, serta memvisualisasikan hasil klastering pada web GIS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma *K-Means* berhasil diterapkan secara otomatis melalui sistem berbasis web, yang memudahkan integrasi data dengan peta wilayah. Berdasarkan analisis *Sum of Squared Errors* (SSE), nilai  $k$  optimal untuk kedua jenis data adalah  $k = 3$ , ditunjukkan oleh penurunan SSE yang signifikan antara  $k = 2$  dan  $k = 3$ . Visualisasi peta interaktif berhasil menampilkan klaster aman, sedang, dan rawan untuk masing-masing kecamatan. Hasil klastering menunjukkan bahwa kasus curas memiliki distribusi: 1 kecamatan rawan, 4 sedang, dan 19 aman, sedangkan kasus curanmor terdiri dari: 1 kecamatan rawan, 6 sedang, dan 17 aman. Perbedaan ini menunjukkan bahwa setiap jenis kejahatan memiliki pola kerawanan yang berbeda, sehingga diperlukan pemetaan dan penanganan yang spesifik. Sistem ini diharapkan dapat menjadi alat bantu pengambilan keputusan bagi pihak berwenang dalam upaya pencegahan kejahatan yang lebih efektif.

Kata Kunci : K-means, manhattan distance, elbow method. curas, curanmor

**Implementation of K-Means Clustering in Mapping Areas Prone to  
Motor Vehicle Theft and Violent Theft Based on Geographic  
Information Systems (Case Study in Probolinggo Regency)**

Bety Etikasari, S.Pd.,M.Pd.as a supervisor

**Daffa Fauzi Rahman**

Study Program of Informatics Engineering  
Department of Information Technology

***ABSTRACT***

*The increasing crime rate in Probolinggo Regency, particularly robbery with violence (curas) and motor vehicle theft (curanmor), necessitates spatial data-based prevention strategies. This study aims to implement the K-Means Clustering algorithm using a one-dimensional Manhattan distance formula to map high-risk areas of curas and curanmor, determine the optimal value of k using the elbow method, and visualize the clustering results through a web-based GIS. The results show that the K-Means algorithm was successfully applied automatically through a web-based system, enabling seamless data integration with regional maps. Based on the analysis of the Sum of Squared Errors (SSE), the optimal number of clusters for both types of data is k = 3, as indicated by a significant SSE decrease between k = 2 and k = 3. The interactive map visualization effectively displays safe, moderate, and high-risk clusters for each sub-district. The clustering results reveal that the curas cases are distributed into 1 high-risk, 4 moderate, and 19 safe sub-districts, while the curanmor cases are grouped into 1 high-risk, 6 moderate, and 17 safe sub-districts. These differences indicate that each type of crime has distinct vulnerability patterns, making specific mapping and handling approaches necessary. This system is expected to serve as a decision support tool for authorities in more effective crime prevention efforts.*

**Keywords:** *K-Means, Manhattan distance, elbow method, curas, curanmor.*

## RINGKASAN

**Implementasi *K-Means Clustering* Dalam Pemetaan Daerah Rawan Pencurian Kendaraan Bermotor Dan Pencurian Dengan Kekerasan Berbasis Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus Di Kabupaten Probolinggo),** Daffa Fauzi Rahman, NIM. E41211408, Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Jember, Bety Etikasari, S.Pd.,M.Pd. (Dosen Pembimbing).

Peningkatan kasus kriminalitas di Kabupaten Probolinggo, khususnya pencurian dengan kekerasan (curas) dan pencurian kendaraan bermotor (curanmor), menuntut adanya strategi pencegahan berbasis spasial. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan algoritma K-Means dengan perhitungan jarak menggunakan persamaan Manhattan satu dimensi guna memetakan daerah rawan curas dan curanmor, menentukan jumlah klaster optimal menggunakan metode elbow, serta menampilkan hasilnya dalam bentuk visualisasi peta interaktif pada web GIS.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai  $k$  optimal untuk masing-masing data adalah  $k = 3$ , dengan penurunan signifikan pada nilai SSE. Sistem berhasil mengelompokkan wilayah menjadi tiga klaster (aman, sedang, rawan), di mana untuk curas terdapat 1 kecamatan rawan, 4 sedang, dan 19 aman, sedangkan untuk curanmor terdiri dari 1 kecamatan rawan, 6 sedang, dan 17 aman.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa implementasi K-Means berbasis web dengan metode jarak Manhattan dapat memetakan daerah rawan kejahatan secara efektif dan interaktif, serta dapat menjadi alat bantu pengambilan keputusan dalam upaya pencegahan kriminalitas di Kabupaten Probolinggo.

## **HALAMAN PRAKATA**

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, karunia, serta hidayah-Nya yang tiada henti, sehingga dapat terselesaikannya skripsi yang berjudul “*Implementasi K-Means Clustering Dalam Pemetaan Daerah Rawan Pencurian Kendaraan Bermotor Dan Pencurian Dengan Kekerasan Berbasis Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus Di Kabupaten Probolinggo)*”.

Penulisan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Terapan (S.Tr) pada program studi D4 Teknik Informatika di Politeknik Negeri Jember. Banyak pihak yang turut memberikan dukungan sehingga skripsi ini bisa disusun. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada

1. Bapak Budiman dan Ibu Mutmainah sebagai orang tua penulis
2. Bapak Saiful Anwar, S.TP.,M.P sebagai Direktur Politeknik Negeri Jember
3. Kapolres Probolinggo AKBP Wisnu Wardana, S.H., S.I.K.
4. Bapak Hendra Yufit Riskiawan, S.Kom.,M.Cs. sebagai Ketua Jurusan Teknologi Informasi
5. Ibu Bety Etikasari, S.Pd.,M.Pd. sebagai Koordinator Prodi D4 Teknik Informatika sekaligus dosen pembimbing penulis yang telah memberikan ilmu, bimbingan, masukan serta saran, dan juga motivasi kepada penulis.
6. Ibu Dia Bitari Mei Yuana, S.ST., M.Tr.Kom. dan Ibu Fatimatuzzahra, S.Kom., M.Kom. sebagai dosen penguji yang telah memberikan bantuan, saran, masukan, serta motivasi yang bersifat membangun.
7. Kasat PSDM dan Kasat Reskrim Polres Probolinggo
8. Bapak Andi Tri Nugroho, S. H, sebagai PS Kaurminto Satreskrim Polres Probolinggo
9. Teman teman dan seluruh pihak yang telah membantu dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap segala bentuk masukan, kritik, dan saran yang membangun demi perbaikan ke depannya. Penulis juga memohon maaf yang

sebesar-besarnya apabila terdapat kekeliruan maupun tidak tepatan dalam penulisan maupun isi dari skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Jember, 19 Mei 2025

Daffa Fauzi Rahman  
E41211408

## DAFTAR ISI

Halaman

SURAT PERNYATAAN.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vii
HALAMAN MOTO .....	ix
ABSTRAK.....	x
<i>ABSTRACT</i> .....	xi
RINGKASAN .....	xii
HALAMAN PRAKATA .....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR	GAMBAR
.....	xvii
i	
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat .....	6
1.5 Batasan Masalah.....	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 <i>State Of The Art</i> .....	7

2.2	Landasan Teori.....	9
2.2.1	Curanmor dan Curas .....	9
2.2.2	Sistem Informasi Geografis (SIG) .....	10
2.2.3	<i>K-Means Clustering</i> .....	12
2.2.4	Metode <i>Elbow</i> .....	15
2.2.5	User Acceptance Testing (UAT).....	16
2.2.6	<i>Black Box Testing</i> .....	17
BAB 3.	METODE PENELITIAN.....	19
3.1	Tempat dan Waktu Pelaksanaan .....	19
3.2	Alat dan Bahan.....	19
3.2.1	Alat Penelitian.....	19
3.2.2	Bahan Penelitian.....	19
3.3	Tahapan Penelitian .....	20
3.3.1	Studi Literatur .....	20
3.3.2	Pengumpulan Data .....	20
3.3.3	Pengolahan Data.....	21
3.3.4	Pengembangan Sistem .....	23
3.3.5	Pengujian.....	23
3.3.6	Analisis dan Pembahasan.....	24
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1	Studi Literatur .....	25
4.2	Pengumpulan Data .....	26
4.3	Pengolahan Data.....	27
4.3.1	Menghitung Jumlah Data .....	28
4.3.2	Menentukan nilai k.....	28

4.3.3	Menentukan Centroid Awal Pada Setiap Klaster.....	30
4.3.4	Menghitung Jarak Setiap Data Terhadap Centroid .....	31
4.3.5	Menentukan Nilai Centroid Baru.....	37
4.3.6	Melakukan Iterasi Selanjutnya.....	39
4.3.7	Hasil Akhir K-Means Clustering .....	39
4.4	Pengembangan Sistem .....	48
4.4.1	<i>Flowchart</i> Sistem .....	49
4.4.2	<i>Use Case Diagram</i> .....	50
4.4.3	<i>Database</i> Sistem .....	51
4.4.4	Fitur Fitur Pada Sistem .....	58
4.5	Pengujian.....	69
4.5.1	<i>Black Box Testing</i> .....	69
4.5.2	<i>User Acceptance Testing</i> .....	69
4.6	Analisis dan Pembahasan.....	74
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	76
5.1	Kesimpulan .....	76
5.2	Saran.....	77
	DAFTAR PUSTAKA .....	78
	LAMPIRAN .....	81

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Gambaran Data Spasial .....	12
Gambar 2.2 Tahapan Algoritma <i>K-Means Clustering</i> .....	14
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian .....	20
Gambar 4.1 Grafik Metode Elbow Kasus Curas.....	29
Gambar 4.2 Grafik Metode Elbow Kasus Curanmor.....	30
Gambar 4.3 Flowchart Sistem.....	49
Gambar 4.4 Use Case Diagram.....	50
Gambar 4.5 Database Sistem .....	52
Gambar 4.6 Tabel Data Users .....	53
Gambar 4.7 Data Tabel Kecamatans .....	53
Gambar 4.8 Struktur Tabel Klasters.....	54
Gambar 4.9 Struktur Tabel Curas.....	55
Gambar 4.10 Struktur Tabel Detail_Curas .....	56
Gambar 4.11Struktur Tabel Curanmors .....	56
Gambar 4.12 Struktur Tabel Detail_Curanmors .....	57
Gambar 4.13 Halaman Utama.....	58
Gambar 4.14 Halaman Login.....	60
Gambar 4.15 Halaman Dashboard Admin .....	61
Gambar 4.16 Halaman Master Kecamatan .....	62
Gambar 4.17 Halaman Master Kkaster .....	63
Gambar 4.18 Halaman Master Data Curas .....	64
Gambar 4.19 Halaman Master Data Curanmor.....	66
Gambar 4.20 Halaman Hasil Pemetaan .....	67
Gambar 4.21 Halaman Detail Perhitungan K-Means .....	68

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 <i>State Of The Art</i> .....	7
Tabel 4.1 Data Kasus Curas dan Curanmor dari Polres Probolinggo .....	26
Tabel 4.2 Nilai SSE di Setiap Nilai k Pada Data Kasus Curas .....	28
Tabel 4.3 Nilai SSE Setiap Nilai k Pada Data Kasus Curanmor.....	29
Tabel 4.4 Nilai Centroid Awal Data Kasus Curas .....	31
Tabel 4.5 Nilai Centroid Awal Data Kasus Curas .....	31
Tabel 4.6 Perhitungan Jarak Pada Kasus Curas di Iterasi Pertama .....	32
Tabel 4.7 Hasil Klaster Sementara Pada Kasus Curas di Iterasi Pertama ...	34
Tabel 4.8 Perhitungan Jarak Pada Kasus Curanmor di Iterasi Pertama .....	35
Tabel 4.9 Hasil Klaster Sementara Pada Kasus Curanmor di Iterasi Pertama	36
Tabel 4.10 Centroid Baru Hasil Iterasi Pertama Data Kasus Curas .....	38
Tabel 4.11 Centroid Baru Hasil Iterasi Pertama Data Kasus Curanmor ....	39
Tabel 4.12 Centroid Akhir Data Kasus Curas .....	40
Tabel 4.13 Iterasi Akhir Data Kasus Curas .....	40
Tabel 4.14 Hasil Akhir Klaster Kasus Curas.....	41
Tabel 4.15 Hasil Akhir Klaster Data Curas .....	43
Tabel 4.16 Centroid Akhir Data Kasus Curanmor .....	44
Tabel 4.17 Iterasi Akhir Kasus Curanmor.....	44
Tabel 4.18 Hasil Akhir Klaster Kasus Curanmor.....	45
Tabel 4.19 Hasil Akhir Klaster Kasus Curanmor.....	47
Tabel 4.20 Penilaian UAT .....	71

## **DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
LAMPIRAN 1 Data Kasus Curas dan Curanmor POlres Probolinggo .....	81
LAMPIRAN 2 Surat Izin Penelitian .....	82
LAMPIRAN 3 Serah Terima Data dari Polres PRobolinggo.....	83
LAMPIRAN 4 Penyerahan Surat dan Sertifikat dari Polres.....	84
LAMPIRAN 5 Sertifikat Selesai Penelitian.....	85
LAMPIRAN 6 Surat Selesai Penelitian .....	86
LAMPIRAN 7 Pengujian Sistem Oleh Polres .....	87
LAMPIRAN 8 Pertanyaan UAT Responden Gol I .....	88
LAMPIRAN 9 Pertanyaan UAT Responden Gol II.....	90
LAMPIRAN 10 Perhitungan K-Means Curanmor .....	91
LAMPIRAN 11 Pehitungan K-Means Kasus Curas .....	94

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kriminalitas atau kejahatan merupakan suatu kejadian umum yang mempunyai dampak luas terhadap seluruh lapisan masyarakat, dan kriminalitas atau kejahatan ini bisa terjadi di mana saja dan tidak mengenal waktu (Apriliana & Haris R, 2022). Tindakan kriminal merugikan seluruh lapisan masyarakat baik dalam segi ekonomis, psikologi, dan juga merupakan tindakan yang melanggar hukum dan norma-norma agama maupun sosial yang ada pada masyarakat (Rohman, 2023). Tindak kriminal terjadi tentunya disebabkan oleh beberapa faktor, seperti : kemiskinan, kesempatan kerja, karakter pelaku yang melakukan kasus kejahatan, kepadatan penduduk, keadaan lingkungan, dan jumlah patroli polisi. Jenis-jenis tindakan kriminal ada beberapa, seperti : pencurian, pembunuhan, tindak asusila, dan lain sebagainya (Apriliana & Haris R, 2022).

Badan Pusat Statistik (BPS) merilis hasil perhitungannya tentang kriminalitas di Indonesia pada publikasinya di tahun 2023. Pada publikasi tersebut dinyatakan bahwa tingkat kriminalitas di Indonesia mengalami kenaikan pada tahun 2022 dengan jumlah tindak kriminal 372.965 kasus. Pada tahun sebelumnya yaitu pada tahun 2020 – 2021 angka Tingkat kriminalitas Indonesia mengalami penurunan, pada tahun 2020 terjadi 247.218 dan pada tahun 2021 terjadi 239.481 kasus. Pada hal tersebut tampak peningkatan yang cukup signifikan terjadinya beberapa tindak kriminalitas di tahun 2022. Jika dalam interval waktu (*crime clock*), dapat disampaikan bahwa setiap 2 menit 11 detik terjadi satu tindak kriminal pada tahun 2021, sedangkan pada tahun 2022 tindak kriminal terjadi dalam rentang waktu yang lebih cepat, yaitu 1 menit 24 detik terjadi satu tindak kriminalitas di wilayah Indonesia. Jika dilihat lebih detail lagi pada publikasi BPS tersebut, provinsi dengan tingkat kriminalitas tertinggi terjadi pada provinsi Jawa Timur dengan jumlah kasus sebesar 51.905 kasus. (BPS, 2023)

Salah satu kabupaten pada provinsi dengan tingkat kriminalitas tertinggi di tahun 2022 (Jawa Timur) adalah Kabupaten Probolinggo. Kabupaten Probolinggo memiliki luas  $1.696,17 \text{ km}^2$  dengan 24 kecamatan, 5 kelurahan dan 325 desa. Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Probolinggo pada tahun 2022, jumlah penduduk Kabupaten Probolinggo tercatat sebanyak 1.159.965 jiwa (BPS Kab Probolinggo, 2024). Selain itu letak geografis Kabupaten Probolinggo yang berbatasan langsung dengan selat Madura dan ada beberapa tempat yang termasuk dalam dataran tinggi, membuat Kabupaten Probolinggo memiliki beberapa wisata yang terkenal, baik di tingkat nasional maupun mancanegara. Salah satu wisata di kabupaten Probolinggo yang terkenal hingga ke mancanegara yaitu Gunung Bromo. Dengan adanya banyak wisata yang terkenal di tingkat nasional maupun mancanegara, membuat Kabupaten Probolinggo banyak dikunjungi wisatawan. Berdasarkan data BPS Kabupaten Probolinggo, di tahun 2023 terdapat 854.956 wisatawan domestik dan 37.094 wisatawan mancanegara (BPS Kab Probolinggo, 2024). Dengan banyaknya jumlah penduduk Kabupaten Probolinggo dan banyaknya wisatawan yang berkunjung ke Kabupaten Probolinggo tentu dapat membuat ancaman terjadinya tindak kriminalitas semakin tinggi.

Pada Kabupaten sendiri tingkat kejahatan dari tahun 2021 - 2022 mengalami peningkatan. Menurut Badan Pusat Statistik Kabupaten Probolinggo tindak kriminalitas yang terjadi di wilayah hukum Polres Probolinggo pada tahun 2021 tercatat sebanyak 399 kasus, sedangkan pada tahun 2022 tindak kriminalitas yang tercatat sebanyak 442 kasus (BPS Kab Probolinggo, 2023). Dari data tersebut dapat dinyatakan terjadi kenaikan sebesar 9,7 %. Jenis tindak kriminalitas yang paling banyak terjadi pada jenis tindak kriminal pencurian. Tindak kriminal pencurian ini terbagi lagi dalam dua kategori, yaitu pencurian kendaraan bermotor (curanmor) dan pencurian dengan kekerasan (curas).

Dapat terlihat pada data BPS tentang kriminalitas di Kabupaten Probolinggo mengalami kenaikan dan tindak kriminal terbanyak adalah pencurian dengan kekerasan (curas) dan pencurian kendaraan bermotor (curanmor). Dengan peningkatan tersebut dapat memberikan kesan bahwa Kabupaten Probolinggo kurang aman. Salah satu upaya *preventif* dalam memberikan rasa aman bagi

penduduk asli Kabupaten Probolinggo maupun wisatawan yang berkunjung ke Kabupaten Probolinggo atau tindakan untuk meminimalkan ancaman tindak kriminal dapat dengan memberikan pengamanan atau patroli pada beberapa titik daerah yang dapat dibilang rawan untuk terjadi tindakan-tindakan curas dan curanmor. Dalam menentukan suatu daerah tersebut termasuk ke dalam daerah rawan atau aman perlu dilakukan pemetaan untuk memastikannya, dan hasil dari pemetaan tersebut bisa dipublikasikan agar setiap orang dapat mengetahuinya. Selain itu dapat memantu Kepolisian agar lebih fokus dalam menangani tindak pidana curas dan curanmor. Pada Kabupaten Probolinggo sendiri belum ada pemetaan terkait tingkat kerawanan suatu kecamatan terhadap kasus tindak curas dan curanmor.

Sebelum ini terdapat beberapa penelitian yang membahas tentang pemetaan kasus kriminalitas baik dengan menggunakan algoritma *clustering* ataupun tidak. Seperti pada penelitian yang dilakukan pada tahun 2023 oleh Yefri Ardiansyah, dkk yang menyatakan telah berhasil mengembangkan aplikasi berupa sistem informasi geografis (SIG) kriminalitas di Kabupaten Cilacap agar masyarakat bisa mengetahui bagaimana penyebaran kriminalitas di Kabupaten Cilacap. Pada SIG yang dikembangkan oleh Yefri Ardiansyah, dkk menampilkan titik lokasi terjadinya tindak pidana kriminalitas (Ardiansyah & Harjono, 2021). Kemudian Risawandi, dkk juga menyatakan pada penelitiannya bahwa, berhasil mengembangkan SIG yang memetakan daerah rawan kriminalitas di Kota Lhokseumawe dengan berhasil mengidentifikasi tingkat kerawanan di setiap kecamatan berdasarkan total 290 kasus yang terjadi selama tahun 2018 hingga 2020. Pada penelitian tersebut Risawandi, dkk menggunakan algoritma *K-means* untuk bisa mengkategorikan atau mengklasterkan daerah pada Kota Lhokseumawe berdasarkan tingkat kriminalitas yang terjadi (Risawandi & Afrillia, 2022). Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Syifa Miftahurrahmi, dkk menyatakan telah melakukan pemetaan dengan menggunakan algoritma *DBSCAN* pada provinsi di Indonesia berdasarkan tingkat kasus kriminalitas di tahun 2022. Pada penelitian yang dilakukan Syifa Miftahurrahmi, dkk menghasilkan dua klaster yaitu klaster 0 (kriminalitas tinggi) yang beranggotakan 5 provinsi dan klaster 1

(kriminalitas rendah) dengan beranggotakan 29 provinsi (Miftahurrahmi et al., 2024). Selain itu terdapat juga penelitian yang dilakukan oleh Tutut Suryani untuk memetakan kerusakan jalan di Kabupaten Malang menggunakan algoritma *k-means* dengan menghasilkan tiga klaster dan mendapatkan akurasi 100% (Suryani et al., 2021).

Pada beberapa penelitian sebelumnya yang telah disebutkan, pemetaan wilayah yang dilakukan menggunakan dua metode yaitu *k-means* dan *DBSCAN*. Namun pada penelitian yang dilakukan oleh Suryani algoritma *k-means* dalam penerapannya mendapatkan nilai akurasi 100%. Disisi lain, (Wijaya et al., 2024) berpendapat dalam penelitiannya bahwa algoritma *k-means* lebih unggul dari *DBSCAN* untuk mengelompokkan data gangguan PT PLN UID Kalselteng. Dari kedua hal tersebut algoritma *k-means* mungkin lebih bagus untuk dapat digunakan dalam pengklasteran data. Namun, pada penelitian sebelumnya yang menerapkan algoritma *k-means* seluruhnya menggunakan persamaan *euclidean distance*. Padahal menurut (Alifah & Fauzan, 2023) persamaan untuk pengukuran jarak antar data di *k-means* tidak hanya menggunakan persamaan *euclidean distance*, namun bisa menggunakan persamaan *manhattan* yang hasil akhir klasternya tergolong baik. Penyataan Alifah tersebut juga didukung oleh (Cahya et al., 2023) yang menyatakan iterasi yang dihasilkan *manhattan* lebih kecil dari pada *euclidean distance* pada penelitiannya, sehingga dapat dikatakan *manhattan* lebih efisien. Selain itu di seluruh penelitian tentang pemetaan menggunakan *k-means* yang telah dipaparkan, tidak terdapat penelitian yang menyatakan nilai *k* yang paling optimal untuk masing-masing datanya, sehingga mungkin saja jumlah klaster yang terbentuk bukanlah klaster yang paling optimal. Menurut (Maori & Evanita, 2023) salah satu cara yang bisa digunakan untuk mengetahui klaster atau nilai *k* yang paling optimal pada algoritma *k-means* menggunakan metode *Elbow*.

Berdasarkan penelitian sebelumnya dan data-data yang telah di paparkan, dapat disimpulkan bahwa Kabupaten Probolinggo perlu menerapkan pemetaan daerah rawan curas dan curanmor pada setiap kecamatan yang berbasis Sistem Informasi Geografis, agar lebih mudah dipahami daerah mana saja yang termasuk kategori rawan, sehingga para penduduk Kabupaten Probolinggo dan juga

wisatawan bisa lebih berhati-hati ketika melewati suatu daerah, dan hasil dari pemetaan tersebut bisa digunakan aparat kepolisian sebagai acuan dalam melakukan patroli atau pengamanan. Selain itu dalam pembuatan web pemetaan daerah rawan curas dan curanmor di Kabupaten Probolinggo, akan menggunakan algoritma *k-means* dengan perhitungan jarak antar data menggunakan persamaan *manhattan*, agar sistem yang dihasilkan lebih efisien. Kemudian untuk mendapatkan hasil klaster yang paling optimal, akan dilakukan pengujian untuk setiap klosternya menggunakan metode *Elbow*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, terdapat beberapa rumusan masalah dalam penelitian ini, sebagai berikut :

1. Bagaimana menerapkan algoritma *K - Means* dengan perhitungan jarak menggunakan persamaan *manhattan* pada web pemetaan daerah rawan curas dan curanmor di Kabupaten Probolinggo?
2. Berapa nilai *k* yang optimal untuk algoritma *K - Means* yang diterapkan pada masing-masing data Curas dan Curanmor ?
3. Bagaimana memvisualisasikan hasil *clustering* ke dalam peta Kabupaten Probolinggo pada web pemetaan daerah rawan curas dan curanmor di Kabupaten Probolinggo?
4. Bagaimana hasil *clustering* untuk masing-masing data curas dan curanmor pada web pemetaan daerah rawan curas dan curanmor di Kabupaten Probolinggo ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas terdapat beberapa tujuan dalam penelitian ini, sebagai berikut:

1. Mampu menerapkan algoritma *K – Means Clustering* dengan perhitungan jarak menggunakan persamaan *manhattan* pada web pemetaan daerah rawan curas dan curanmor di Kabupaten Probolinggo.
2. Mengetahui nilai *k* yang optimal untuk algoritma *K - Means* yang diterapkan pada masing-masing data Curas dan Curanmor.

3. Mampu memvisualisasikan hasil *clustering* ke dalam peta Kabupaten Probolinggo pada web pemetaan daerah rawan curas dan curanmor di Kabupaten Probolinggo.
4. Mengetahui hasil *clustering* untuk masing-masing data curas dan curanmor pada web pemetaan daerah rawan curas dan curanmor di Kabupaten Probolinggo.

#### **1.4 Manfaat**

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan manfaat kepada beberapa pihak, sebagai berikut :

1. Memberikan informasi bagi Kepolisian Resort Kabupaten Probolinggo tentang kecamatan yang berpotensi tinggi atau rendah untuk terjadi tindak kriminal pencurian kendaraan bermotor (curanmor) dan pencurian dengan kekerasan (curas) agar dapat dipertimbangkan untuk patroli rutin atau Upaya preventif lainnya.
2. Memberikan informasi bagi Masyarakat umum ataupun penduduk Kabupaten Probolinggo tentang kecamatan yang memiliki Tingkat kerawanan tinggi untuk terjadi tindak kriminal pencurian kendaraan bermotor (curanmor) dan pencurian dengan kekerasan (curas) agar dapat lebih berhati hati ketika memasuki kecamatan tersebut.

#### **1.5 Batasan Masalah**

1. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data kasus curas dan curanmor pada tahun 2024 yang didapatkan dari Kepolisian Resort Kabupaten Probolinggo.
2. Tindak kriminal yang digunakan dalam penelitian ini hanya pada kategori pencurian kendaraan bermotor (curanmor) dan pencurian dengan kekerasan (curas)

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 State Of The Art

Tabel 2.1 State Of The Art

No.	Judul	Penulis	Tahun	Hasil
1	Sistem Informasi Geografis Pemetaan Kerusakan Jalan di Kabupaten Malang Menggunakan Metode K-Means	Tutut Suryani, Ahmad Faisol, dkk	2021	Menghasilkan tiga klaster, dengan klaster 1 beranggotakan 221 data, klaster 2 beranggotakan 24 data, dan klaster 3 memiliki anggota 65 data. Akurasi yang didapatkan mencapai 100%
2	<i>Geographic Information System Mapping Of Criminality Villed Areas In Lhokseumawe Using K-Means Method</i>	Risawandi dan Yesy Afrillia	2022	Melakukan pemetaan daerah rawan kriminalitas (menggunakan 7 tipe kasus kriminalitas) di Kota Lhokseumawe yang terjadi selama tahun 2018 hingga 2020. Menggunakan algoritma <i>K-means</i> untuk bisa mengkategorikan atau mengklasterkan daerah pada Kota Lhokseumawe berdasarkan tingkat kriminalitas yang terjadi

3	Implementasi Algoritma K-Means Clustering Berbasis Jarak Manhattan Untuk Klasterisasi Konsentrasi Bidang Mahasiswa	Riska Fitri Nur Alifah dan Abd, Charis Fauzan	2023	Algoritma <i>K-means</i> menggunakan persamaan <i>manhattan</i> yang dilakukan sebanyak delapan iterasi menghasilkan 4 cluster yaitu Klaster Sistem Informasi sebanyak 5 anggota, Klaster Sistem Cerdas sebanyak 21 anggota, Klaster NCC sebanyak 32 anggota, dan Klaster Game Animasi sebanyak 4 anggota. Selain itu Algoritma <i>K-means</i> menggunakan persamaan <i>manhattan</i> mendapatkan nilai 0,27 setelah di uji menggunakan <i>Davied Bouldien Indeks</i> (DBI) yang tergolong baik.
4	Metode Elbow Dalam Optimasi Jumlah Cluster Pada <i>K-Means</i> Clustering	Nadia Annisa Maori	2023	Menentukan nilai k atau jumlah klaster menggunakan metode <i>elbow</i> dengan nilai k = 3, dan menghasilkan klaster yang tingkat kemiripan setiap anggotanya lebih baik dari pada pemilihan nilai k secara acak.

Dari beberapa penelitian yang telah dipaparkan pada *state of the art* di atas peneliti menyimpulkan bahwa penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Risawandi dan Yesy Afrillia di tahun 2022, namun lebih spesifik pada kasus tindak pidana pencurian dengan kekerasan (curas) dan kasus pencurian kendaraan bermotor juga (curanmor) di Kabupaten Probolinggo pada tahun 2024.

Selain itu peneliti juga menggunakan metode *K-Means Clustering* dalam menentukan suatu kecamatan di Kabupaten Probolinggo termasuk dalam klaster apa berdasarkan tingkat kasus curas dan curanmornya, namun untuk persamaan pengukuran jarak antar data, peneliti sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Riska Fitri Nur Alifah, dkk pada tahun 2023 dengan mengimplementasikan persamaan *manhattan* guna mengetahui keakurasiannya. Kemudian untuk mengoptimalkan hasil klaster yang terbentuk peneliti menerapkan metode *elbow* untuk menentukan nilai k yang paling optimal, sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Nadia Anisa Maori di tahun 2023.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Curanmor dan Curas

KUHP ( Kitab Undang-undang Hukum Pidana) pada pasal 362 menyatakan bahwa perbuatan pelaku kejahatan dengan mengambil suatu barang berupa kendaraan bermotor yang seluruhnya atau sebagian kepunyaan orang lain dengan maksud untuk memiliki kendaraan bermotor tersebut secara melawan hukum. Perbuatan kejahatan dengan mengambil kendaraan bermotor atau yang sering disebut curanmor berdasarkan pasal tersebut termasuk ke dalam tindak pidana pencurian. Sama seperti pencurian dengan kekerasan atau yang sering disebut curas merupakan bagian dari tindak pidana pencurian yang disertai kekerasan ataupun ancaman kekerasan. Peraturan terkait curas ini juga diatur pada KUHP ( Kitab Undang-undang Hukum Pidana) pada pasal 365. Kasus curas sering dianggap lebih serius dan berbahaya daripada jenis kasus pencurian lainnya, karena sudah melibatkan ancaman fisik dan psikologis korban, bahkan juga mengancam nyawa.

Kasus pencurian secara umum, baik curas maupun curanmor terjadi tentunya disebabkan oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal yang mempengaruhi terjadinya curas dan curanmor disebabkan oleh kemiskinan, kesempatan kerja, karakter pelaku yang melakukan kasus kejahatan. Sedangkan faktor eksternal yang mempengaruhi terjadinya curas dan curanmor disebabkan oleh kepadatan

penduduk, keadaan lingkungan, dan jumlah patroli polisi (Apriliana & Haris R, 2022).

### **2.2.2 Sistem Informasi Geografis (SIG)**

Nugroho menjelaskan tentang pengertian dan tujuan Sistem Informasi geografis dalam (Umar, 2021) bahwa Geographic Information System atau Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan aplikasi pengolahan data spasial dengan menggunakan sistem terkomputerisasi dengan menggabungkan antara data grafis dengan data atribut objek menggunakan peta dasar digital (basic map) geoerensi bumi. SIG adalah sebuah sistem atau teknologi berbasis komputer yang dibangun dengan tujuan untuk mengumpulkan, menyimpan, mengolah dan menganalisa, serta menyajikan data informasi dari suatu objek atau fenomena yang berkaitan dengan letak atau keberadaannya di permukaan bumi yang bertujuan untuk membantu masyarakat mencari lokasi yang sedang dicari. SIG juga dapat diartikan sebagai sistem informasi yang digunakan untuk memasukkan, menyimpan, memanggil kembali, mengolah, menganalisis dan menghasilkan data bereferensi geografis atau data geospasial, untuk mendukung pengambilan keputusan dalam perencanaan dan pengelolaan penggunaan lahan, sumber daya alam, lingkungan transportasi, fasilitas kota, dan pelayanan umum lainnya. Teknologi SIG mengintegrasikan operasi-operasi umum database, seperti query, dan analisa statistic, dengan kemampuan visualisasi dan analisa yang unik yang dimiliki oleh pemetaan. Kemampuan inilah yang membedakan SIG dengan Sistem Informasi lainnya (Umar, 2021).

Sistem Informasi Geografis (GIS) memiliki ciri-ciri khusus seperti yang disampaikan oleh Susianto dan Guntoro dalam (Andrea Santana Adzani, 2022), sebagai berikut :

- a. Masukan data yang mampu memuat dan memproses data spasial dari berbagai sumber merupakan subsistem dari SIG, sub sistem ini juga mampu memproses perubahan data spasial yang memiliki perbedaan jenis, seperti dari peta kontur menjadi titik ketinggian.

- b. Subsistem SIG mampu menyimpan dan memanggil data yang memungkinkan data spasial untuk ditampilkan, diubah, dan dihapus.
- c. Subsistem lain yang dimiliki oleh SIG yakni mampu memanipulasi dan menganalisis peran data, pengelompokan dan pemisahan, perkiraan parameter dan hambatan, serta fungsi permodelan dari data yang dimuat.
- d. Pelaporan yang dimiliki subsistem SIG berbentuk peta, grafis, dan tabel.

Menurut Susianto dan Guntoro juga dalam (Andrea Santana Adzani, 2022) suatu sistem informasi geografis memiliki beberapa sub sistem, sebagai berikut :

a. *Data Input*

Data *input* berfungsi untuk mengumpulkan lalu mempersiapkan suatu data *spasial* beserta atributnya dari berbagai sumber. Subsistem ini juga bertanggung jawab dalam mengkonversi atau merepresentasikan format data yang asli ke dalam format SIG.

b. *Data Output*

Data *output* berfungsi untuk menampilkan atau menghasilkan luaran hasil dari suatu proses, baik dalam bentuk *softcopy* maupun *hardcopy* seperti: tabel, grafik, peta dan lain – lain.

c. *Data Management*

Data *management* berfungsi untuk memanajemen data, baik data *spasial* maupun atribut ke dalam penyimpanan seperti basis data dengan sedemikian rupa agar dipanggil dan diubah dengan mudah.

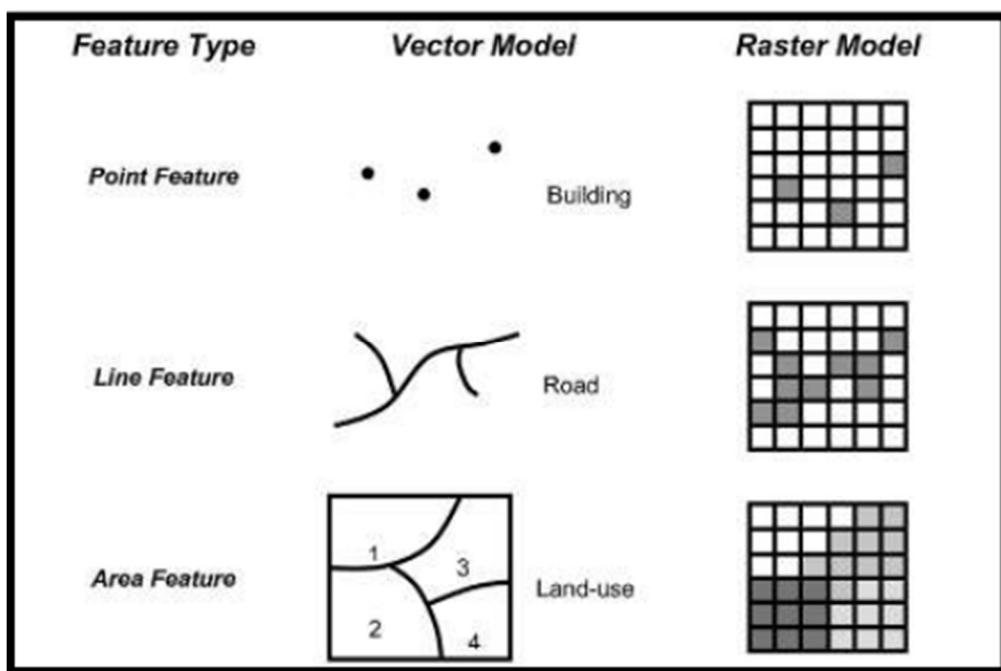
d. *Data Manipulasi dan Analisis*

Data manipulasi dan analisis berfungsi untuk menentukan informasi mana saja yang dapat dihasilkan oleh SIG. Subsistem ini memiliki fungsi lain, yakni mampu memanipulasi dan melakukan permodelan data untuk menghasilkan luaran yang diharapkan.

Sistem Informasi Geografis tentunya membutuhkan data untuk diolah. Data yang diolah dan dihasilkan oleh suatu Sistem Informasi Geografis (SIG) terdapat dua model data, yaitu :

a. Data *Spasial*

- Data *spasial* merupakan data yang memuat gambaran permukaan bumi. Model data ini dibagi menjadi dua, model data *raster* dan model data *vektor*,
- 1) Model data *raster* merupakan data yang sederhana, dimana setiap data atau informasi disimpan di *grid*, yang berupa bidang. *Grid* tersebut biasa disebut dengan *pixel*. Data tersebut merupakan hasil dari scanning seperti citra satelit digital
  - 2) Model data *vektor* berupa simbol – simbol atau lebih dikenal dengan istilah *feature*, seperti *feature garis (line)*, *feature daerah (area)*, dan *feature titik (point)*.



Sumber : (Andrea Santana Adzani, 2022)

Gambar 2.1 Gambaran Data Spasial

- b. Data *Atribut / Data Non Spasial* : merupakan data yang menyimpan suatu *atribut* dari gambaran yang ada di permukaan bumi.

### 2.2.3 K-Means Clustering

Menurut Fina dalam (Rahayu, 2022) Algoritma K-Means *clustering* merupakan suatu metode penganalisaan data atau metode data mining yang melakukan proses pemodelan tanpa supervisi (unsupervised) dan merupakan salah satu metode yang melakukan pengelompokan data dengan sistem partisi. Metode

K-Means berusaha mengelompokan data yang ada kedalam beberapa kelompok, dimana data dalam satu kelompok mempunyai karakteristik yang sama satu sama lainnya dan mempunyai karakteristik yang berbeda dengan data yang ada didalam kelompok yang lain. Algoritma K-Means *Clustering* ini pertama kali diterbitkan pada tahun 1955 dan terus digunakan sampai sekarang (Preddy et al., 2023). Rahmat juga menjelaskan dalam (Andrea Santana Adzani, 2022) bahwa algoritma K – Means merupakan algoritma pengelompokan data berdasarkan titik pusat cluster (*centroid*) paling dekat dengan data. Tujuan K – Means adalah pengelompokan data yang memaksimalkan kesamaan data yang dikelompokkan dan meminimalkan kesamaan data antara cluster. Persamaan fungsi jarak digunakan dalam cluster. Maksimalkan kesamaan data berdasarkan jarak terpendek antara data ke titik pusat. Sedangkan pengertian *clustering* yang dijelaskan oleh Rahmat dalam (Andrea Santana Adzani, 2022) menyatakan bahwa *clustering* merupakan proses dalam membagi data yang semulanya tidak berlabel menjadi sekumpulan data yang membentuk kelompok berdasarkan kemiripan yang dimiliki oleh data tersebut dengan data lainnya.

Dalam tahapan algoritma *K-Means Clustering* terdapat tahap menghitung jarak dari masing-masing data yang ada terhadap masing-masing pusat *cluster* (*centroid*). Ada beberapa persamaan yang digunakan seperti *euclidean distance* dan *manhattan*. Menurut Dinata dalam (Alifah & Fauzan, 2023) persamaan *manhattan* lebih akurat daripada persamaan *euclidean distance*.

Menurut Ramadhani dalam (Alifah & Fauzan, 2023) untuk menerapkan algoritma K-Means *Clustering* ada beberapa tahapan yang digambarkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Tahapan Algoritma *K-Means Clustering*

Tahapan Algoritma *K-Means Clustering* berdasarkan Gambar 2.1 dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Menentukan nilai k sebagai jumlah kluster yang akan dibentuk
- Tentukan titik pusat (*centroid*) awal secara acak dari setiap kluster yang telah ditentukan
- Hitung jarak dari setiap objek terhadap masing masing titik pusat (*centroid*) dari masing masing kluster dengan persamaan *Manhattan*. yang tertera pada persamaan (2.1) :

$$d(x, y) = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i| \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

d = jarak antar x dan y

x = data pada atribut

y = pusat klaster (centroid)

d. Kelompokkan masing masing objek ke dalam titik pusat (*centroid*) terdekat

e. Lakukan iterasi, kemudian hitung pusat cluster (*centroid*) terbaru, dengan persamaan (2.2) :

$$v = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}; 1,2,3, \dots n \dots \dots \dots (2.2)$$

f. Ulangi langkah c – e , hingga data tidak berpindah lagi ke *cluster* yang lain.

#### 2.2.4 Metode *Elbow*

Metode *Elbow* menurut Jollyta dalam (Riani et al., 2023) merupakan suatu teknik yang digunakan untuk menentukan jumlah klaster (c) yang optimal dengan menghitung nilai *Sum of Square Error* (SSE) untuk setiap klaster. Semakin besar perbedaan nilai SSE antara klaster yang satu dengan klaster berikutnya, yang membentuk sebuah titik sudut siku, maka jumlah klaster yang dipilih dianggap semakin baik. Sejalan dengan Jollyta, (Maori & Evanita, 2023) menyatakan bahwa penggunaan metode elbow untuk menentukan nilai k yang tegolong kecil, tetapi punya nilai withinss atau nilai kedekatan data pada setiap klaster yang rendah juga. Selain itu, metode elbow agar lebih mudah dipahami titik siku yang terbentuk biasanya di ditampilkan dalam suatu grafik. Sumbu x pada grafik tersebut merupakan rentang nilai k yang di uji. Sedangkan untuk sumbu y merupakan nilai SSE untuk setiap nilai k. Untuk menghitung nilai *Sum of Square Error* (SSE) bisa menggunakan persamaan 2.3

$$SSE = \sum_{i=1}^k \sum_{x \in S_k} ||x - \mu_i||^2 \dots \dots \dots (2.3)$$

**Keterangan :**

k : jumlah klaster

Ci : klaster ke-i

$x$  : data yang termasuk dalam klaster Ci

$\mu_i$  : pusat (centroid) dari klaster Ci

$||x - \mu_i||^2$  : kuadrat jarak antara data xxx dengan centroid-nya

### 2.2.5 User Acceptance Testing (UAT)

*User Acceptance Testing* (UAT) merupakan salah satu pengujian sistem yang berfokus menguji interaksi antara *user* atau pengguna dengan sistem secara langsung yang berfungsi untuk memverifikasi bahwa fitur telah berjalan sesuai dengan kebutuhan user tersebut (Rumariana & Arifin, 2022). Hady menyatakan dalam (Andrea Santana Adzani, 2022) bahwa *User Acceptance Testing* (UAT) memiliki tujuan untuk mengetahui, apakah sistem yang telah dirancang telah memenuhi harapan pengguna, sehingga dapat mempermudah peneliti untuk mengetahui, bagian mana yang masih dirasa kurang. Output dari pengujian *User Acceptance Testing* (UAT) yaitu dokumen hasil uji *software* dengan nilai yang baik dan sudah memenuhi kebutuhan yang diminta atau memenuhi kriteria (*acceptance criteria*) yang dibutuhkan pengguna.

Bentuk pengujian UAT dengan memberikan kuisioner kepada pengguna atau responden yang berisi pernyataan pengujian, sehingga pengguna bisa memberikan penilaiannya dengan membandingkan pernyataan yang ada terhadap sistem yang di uji. Penilaian dari kuisioner tersebut menggunakan skala *likert* yang berisi 5 poin, yaitu sangat tidak setuju (1 poin), tidak setuju (2 poin), netral (3 poin), setuju (4 poin), dan sangat setuju (5 poin) (Fitriastuti et al., 2024). Untuk dapat menyimpulkan hasil penilaian tersebut perlu dihitung menggunakan persamaan skala likert (Anisah & Puspasari, 2024). Berikut tahapan menghitung hasil penilaian.

- Menghitung Nilai yang didapatkan untuk setiap pertanyaan menggunakan persamaan seperti persamaan 2.4

$$\text{Nilai} = (SS \times 5) + (S \times 4) + (N \times 3) + (TS \times 2) + (STS \times 1) \dots \dots \dots \quad (2.4)$$

**Keterangan :**

- Nilai : Nilai yang didapatkan per pertanyaan  
 SS : Jumlah responden yang memilih sangat setuju  
 S : Jumlah responden yang memilih setuju  
 N : Jumlah responden yang memilih netral  
 TS : Jumlah responden yang memilih tidak setuju  
 STS : Jumlah responden yang memilih sangat tidak setuju
- b. Menghitung Nilai maksimal untuk satu pertanyaan menggunakan persamaan 2.5

$$\text{Nilai Max} = 5 \times n \dots \dots \dots (2.5)$$

**Keterangan :**

- Nilai Max : Nilai maksimal yang didapatkan per pertanyaan  
 n : Jumlah Seluruh Responden
- c. Menghitung prosentase nilai setiap pertanyaan menggunakan persamaan 2.6

$$\text{Nilai \%} = \frac{\text{Nilai}}{\text{Nilai}_{max}} \times 100 \% \dots \dots \dots (2.5)$$

**Keterangan :**

- Nilai \% : Prosentase nilai yang didapatkan per pertanyaan  
 Nilai : Nilai yang didapatkan per pertanyaan  
 Nilai Max : Nilai maksimal yang didapatkan per pertanyaan

**2.2.6 Black Box Testing**

Pengujian black box merupakan salah satu jenis pengujian yang bertujuan untuk memverifikasi hasil keluaran aplikasi berdasarkan *input* yang diberikan (data uji), guna memastikan bahwa fungsionalitas aplikasi telah sesuai dengan kebutuhan atau persyaratan yang ditentukan (Mintarsih, 2023). Pengujian Black Box merupakan metode pengujian yang berfokus pada antarmuka (*interface*) dan fungsi-

fungsi dalam aplikasi, serta memastikan bahwa alur kerja aplikasi berjalan sesuai dengan yang dibutuhkan oleh pengguna. Selain itu dalam proses Black Box Testing, pengujian dilakukan tanpa mengetahui struktur internal atau kode dari aplikasi. Sebelum melakukan pengujian, perlu membuat *test case* atau skenario pengujian yang mengacu atau berpedoman pada alur sistem yang sesuai dengan kebutuhan pengguna.

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian dengan judul “Implementasi K-Means *Clustering* Dalam Pemetaan Daerah Rawan Curanmor dan Curas Berbasis Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus di Kabupaten Probolinggo) “ dilaksanakan di Politeknik Negeri Jember, Kepolisian Resort Probolinggo. Waktu yang dibutuhkan untuk penelitian ini 10 bulan, dimulai dari bulan Juni 2024 sampai bulan Mei 2025.

### 3.2 Alat dan Bahan

#### 3.2.1 Alat Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan alat penelitian berupa perangkat keras dan perangkat lunak, sebagai berikut :

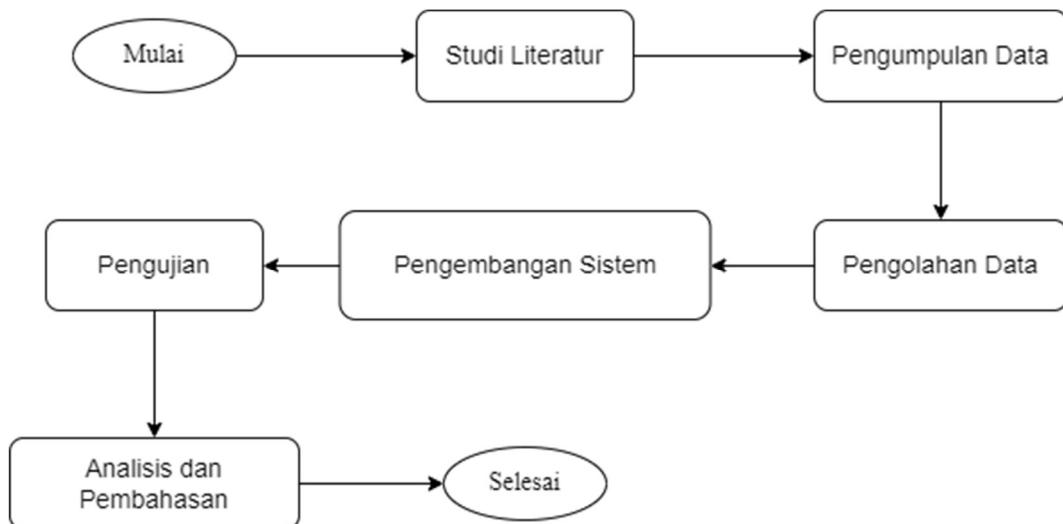
- a. Perangkat Keras
  - 1) Laptop Asus AMD E2
  - 2) Smartphone Oppo F9
  - 3) WiFi
- b. Perangkat Lunak
  - 1) OS Windows 10
  - 2) *Visual Studio Code*
  - 3) *MySQL*
  - 4) *Framework Laravel*
  - 5) *Library JS ( Leaflet )*
  - 6) Microsoft Office

#### 3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah data pencurian kendaraan bermotor (curanmor) dan pencurian dengan kekerasan (curas) pada Kabupaten Probolinggo pada tahun 2024. Data tersebut didapat Kepolisian Resort Kabupaten Probolinggo

### 3.3 Tahapan Penelitian

Pada tahapan penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang digambarkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

Pada gambar 3.1 gambar dari tahapan pada penelitian ini yang dilakukan oleh penulis. Tahapan penelitian mencangkup studi literatur, pengumpulan data, pengolahan data, pengembangan sistem, pengujian, analisis dan pembahasan. Penjelasan lebih detail tentang masing-masing tahapan penelitian sebagai berikut :

#### 3.3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan agar peneliti memperoleh referensi maupun teori yang relevan dan sesuai dengan topik penelitian. Referensi yang telah penulis pelajari, antara lain :

- Jurnal atau *paper* yang berkaitan dengan algoritma *K-Means Clustering*
- Jurnal atau *paper* yang berkaitan dengan *elbow methods*
- Jurnal atau *paper* yang berkaitan dengan sistem informasi geografis
- Data sekunder yang diperoleh dari BPS Kabupaten Probolinggo

#### 3.3.2 Pengumpulan Data

Untuk mendukung berjalannya penelitian ini, diperlukan data terkait kasus pencurian dengan kekerasan (curas) dan pencurian kendaraan bermotor (curanmor)

pada tahun 2024. Pengumpulan data curas dan curanmor pada penelitian ini dilakukan dengan mengajukan permohonan untuk mendapatkan data dari Kepolisian Resort Kabupaten Probolinggo. Pengajuan untuk mendapatkan data yang dilakukan kepada Polres Kabupaten Probolinggo diawali dengan mengirimkan Surat Ijin Survei dan Pengambilan Data, yang terlampir pada Lampiran 2.

### 3.3.3 Pengolahan Data

Pada tahapan ini menjelaskan bagaimana alur atau tahapan pengolahan data menggunakan algoritma *k-means*. Data yang diolah merupakan data curas dan curanmor di wilayah Kabupaten Probolinggo di tahun 2024 yang didapatkan dari Kepolisian Resort Kabupaten Probolinggo. Pengolahan data menggunakan algoritma *k-means* dilakukan untuk masing-masing kasus, sehingga proses *clustering* untuk data curas berbeda dengan *clustering* untuk data curanmor. Akhir dari tahapan ini diharapkan bisa mengetahui berapa nilai *k* yang optimal untuk proses *clustering* pada masing-masing kasus dan juga mengetahui bagaimana hasil *clustering* pada masing-masing kasus. Berikut ini tahapan pengolahan data pada penelitian ini :

- a. Menghitung jumlah banyaknya data
- b. Menentukan nilai *k* sebagai jumlah kluster yang akan dibentuk

Pada tahapan ini perlu menentukan nilai *k* atau jumlah klaster yang paling optimal untuk digunakan pada proses *clustering* menggunakan algoritma *k-means* nanti. Dalam penelitian ini, untuk menentukan nilai *k* yang optimal menggunakan metode *Elbow*. Menurut Jollyta dalam (Riani et al., 2023) metode *Elbow* merupakan suatu teknik yang digunakan untuk menentukan jumlah klaster (*c*) yang optimal dengan menghitung nilai *Sum of Square Error* (SSE) untuk setiap klaster. Semakin besar perbedaan nilai SSE antara klaster yang satu dengan klaster berikutnya, yang membentuk sebuah titik sudut siku, maka jumlah klaster yang dipilih dianggap semakin baik. Sejalan dengan Jollyta, (Maori & Evanita, 2023) menyatakan bahwa penggunaan metode elbow untuk menentukan nilai *k* yang tegolong kecil, tetapi punya nilai withinss atau nilai kedekatan data pada setiap

klaster yang rendah juga. Selain itu, metode elbow agar lebih mudah dipahami titik siku yang terbentuk biasanya di ditampilkan dalam suatu grafik. Sumbu x pada grafik tersebut merupakan rentang nilai k yang di uji. Sedangkan untuk sumbu y merupakan nilai SSE untuk setiap nilai k. Untuk menghitung nilai *Sum of Square Error* (SSE) bisa menggunakan persamaan 3.1

$$SSE = \sum_{i=1}^k \sum_{x \in S_k} ||x - \mu_i||^2 \dots \dots \dots (3.1)$$

**Keterangan :**

k : jumlah klaster

C<sub>i</sub> : klaster ke-i

x : data yang termasuk dalam klaster C<sub>i</sub>

$\mu_i$  : pusat (centroid) dari klaster C<sub>i</sub>

$||x - \mu_i||^2$  : kuadrat jarak antara data xxx dengan centroid-nya

- c. Tentukan titik pusat (*centroid*) awal secara acak dari setiap kluster yang telah ditentukan
- d. Hitung jarak dari setiap objek terhadap masing masing titik pusat (*centroid*) dari masing masing kluster dengan persamaan *Manhattan*. yang tertera pada persamaan (3.2) :

$$d(x, y) = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i| \dots \dots \dots (3.2)$$

**Keterangan :**

d = jarak antar x dan y

x = data pada pusat klaster

y = data pada atribut

- e. Kelompokkan masing masing objek ke dalam titik pusat (*centroid*) terdekat
- f. Lakukan iterasi, kemudian hitung pusat cluster (*centroid*) terbaru, dengan persamaan (3.3) :

$$\nu = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}; 1, 2, 3, \dots \dots \dots \dots \dots (3.3)$$

- g. Ulangi langkah f – h, hingga data tidak berpindah lagi ke *cluster* yang lain

### 3.3.4 Pengembangan Sistem

Pada tahap ini peneliti melakukan pengembangan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang di dalamnya terdapat pemetaan daerah rawan curas dan curanmor dengan mengimplementasikan metode K-Means *clustering* dan pengukuran jarak antar datanya menggunakan persamaan *manhattan*. Sistem Informasi Geografis ini outputnya akan berbasis *website*, jadi secara umum bahasa pemrograman yang digunakan yaitu *php* dengan menggunakan juga *framework laravel*. Perhitungan K – Means yang digunakan untuk memetakan tingkat kerawanan suatu kecamatan akan di implementasikan menggunakan bahasa *php* dengan *function* tersendiri. Kemudian, hasil pemetaan yang telah diperoleh dari perhitungan K – Means akan ditampilkan dalam warna di setiap kecamatan menggunakan salah satu *library JS* yaitu *leaflet*.

### 3.3.5 Pengujian

Pengujian adalah proses uji coba sistem, Tujuannya yaitu untuk memastikan kesesuaian perangkat lunak dengan rancangan yang telah ditetapkan serta untuk mengevaluasi kinerja fungsionalitas sistem agar dapat menentukan apakah semuanya berjalan dengan baik atau tidak. Proses pengujian dalam penelitian ini menggunakan dua jenis pengujian yaitu:

a. *Black Box Testing*

Pada tahapan ini akan dilakukan pengujian terhadap sistem dengan menggunakan metode *Black Box Testing*. Pengujian ini akan dilakukan oleh seorang mahasiswa yang sedang melaksanakan studi di rumpun Informatika agar dalam proses pengujian menggunakan standar sistem. Kemudian sebelum melakukan pengujian, perlu dibentuk *test case* atau scenario pengujian yang berpedoman pada kebutuhan sistem.

b. *User Acceptance Testing (UAT)*

Pada tahapan ini akan dilakukan pengujian terhadap sistem yang sudah jadi kepada calon pengguna. Dalam hal ini terdapat dua golongan pengguna berdasarkan hak aksesnya, yaitu pengguna golongan I yang merupakan pengunjung web (hanya bisa melihat hasil *clustering* di halaman utama) dan juga pengguna golongan II atau admin (dapat melakukan perubahan data pada web) dalam hal ini merupakan

perwakilan dari Polres Probolinggo. Pengujian yang dilakukan meliputi *user experience* atau pengalaman pengguna terhadap web tersebut.

### **3.3.6 Analisis dan Pembahasan**

Pada tahap penelitian ini, akan membahas nilai k yang paling optimal pada setiap proses *clustering* di masing-masing kasus. Pembahasan nilai k yang paling optimal

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan oleh penulis meliputi beberapa referensi berupa jurnal ilmiah yang relevan dengan masalah pada penelitian ini. Berikut beberapa referensi yang digunakan pada penelitian ini

- a. Jurnal ilmiah yang ditulis (Suryani et al., 2021) dengan judul Sistem Informasi Geografis Pemetaan Kerusakan Jalan di Kabupaten Malang Menggunakan Metode K-Means. Pada penelitian tersebut menghasilkan tiga klaster, dengan klaster 1 beranggotakan 221 data, klaster 2 beranggotakan 24 data, dan klaster 3 memiliki anggota 65 data. Akurasi yang didapatkan mencapai 100%
- b. Penelitian dengan judul *Geographic Information System Mapping Of Criminality Villed Areas In Lhokseumawe Using K-Means Method* yang ditulis oleh (Risawandi & Afrillia, 2022). Pada penelitian tersebut melakukan pemetaan daerah rawan kriminalitas (menggunakan 7 tipe kasus kriminalitas ) di Kota Lhokseumawe yang terjadi selama tahun 2018 hingga 2020. Menggunakan algoritma *K-means* untuk bisa mengkategorikan atau mengklasterkan daerah pada Kota Lhokseumawe berdasarkan tingkat kriminalitas yang terjadi.
- c. Penelitian yang berjudul Implementasi Algoritma K-Means Clustering Berbasis Jarak Manhattan Untuk Klasterisasi Konsentrasi Bidang Mahasiswa yang ditulis oleh (Alifah & Fauzan, 2023). Pada penelitian tersebut juga membahas bahwa Algoritma *K-means* menggunakan persamaan *manhattan* yang dilakukan sebanyak delapan iterasi menghasilkan 4 cluster yaitu Klaster Sistem Informasi sebanyak 5 anggota, Klaster Sistem Cerdas sebanyak 21 anggota, Klaster NCC sebanyak 32 anggota, dan Klaster Game Animasi sebanyak 4 anggota. Selain itu Algortima *K-means* menggunakan persamaan *manhattan* mendapatkan nilai 0,27 setelah di uji menggunakan *Davied Bouldien Indeks* (DBI) yang tergolong baik.

- d. Penelitian yang berjudul Metode *Elbow* Dalam Optimasi Jumlah *Cluster* Pada *K-Means Clustering* yang ditulis oleh (Maori & Evanita, 2023). Pada penelitian tersebut penentukan nilai k atau jumlah klaster untuk algoritma *k-means* menggunakan metode *elbow* dengan nilai k = 3, dan menghasilkan klaster yang tingkat kemiripan setiap anggotanya lebih baik dari pada pemilihan nilai k secara acak.

#### **4.2 Pengumpulan Data**

Sesuai dengan perencanaan, penelitian ini menggunakan data pencurian dengan kekerasan (curas) dan pencurian kendaraan bermotor (curanmor) di tahun 2024 yang didapatkan dari Kepolisian Resort Kabupaten Probolinggo. Proses pengajuan untuk mendapatkan data Kepada Polres Kabupaten Probolinggo dilakukan selama 6 bulan yang terhitung dari tanggal 25 Juni 2024 hingga 31 Januari 2025. Proses pengambilan data dari Polres Kabupaten Probolinggo dilampirkan pada Lampiran 3.

Data yang didapatkan dari Polres Kabupaten Probolinggo berupa data curas dan curanmor pada masing-masing kecamatan di wilayah Kabupaten Probolinggo. Data yang dikumpulkan terlihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Data Kasus Curas dan Curanmor dari Polres Probolinggo

<b>Kecamatan</b>	<b>2024</b>		<b>Total Kasus</b>
	<b>Curas</b>	<b>Curanmor</b>	<b>Per - Kecamatan</b>
Bantaran	0	5	5
Banyuanyar	0	4	4
Besuk	0	2	2
Dringu	0	22	22
Gading	1	4	5
Gending	1	18	19
Kotaanyar	0	0	0
Kraksaan	0	37	37
Krenjengan	0	9	9
Krucil	0	3	3

Kuripan	0	2	2
Leces	0	13	13
Lumbang	0	1	1
Maron	0	21	21
Paiton	0	14	14
Pakuniran	0	4	4
Pajarakan	0	10	10
Sukapura	0	0	0
Sumber	0	1	1
Sumberasih	1	10	11
Tegalsiwalan	0	1	1
Tiris	0	2	2
Tongas	3	15	18
Wonomerto	2	4	6
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>202</b>	<b>210</b>

Pada tabel 4.1 merupakan data kasus curas dan curnamor yang terjadi pada setiap kecamatan di Kabupaten Probolinggo sepanjang tahun 2024. Untuk total kasus curas ( pencurian dengan kekerasan ) yang terjadi di seluruh wilayah Kabupaten Probolinggo pada tahun 2024 sebanyak 8 kasus. Kecamatan yang memiliki kasus curas tertinggi yaitu Kecamatan Tongas dengan 3 kasus curas. Kemudian, untuk total kasus curanmor ( pencurian kendaraaan bermotor ) yang terjadi di seluruh wilayah Kabupaten Probolinggo pada tahun 2024 sebanyak 202 kasus. Kecamatan yang memiliki kasus curanmor tertinggi pada tahun 2024 yaitu Kecamatan Kraksaan dengan 37 kasus.

### 4.3 Pengolahan Data

Tahap pengolahan data pada penelitian ini, menjelaskan bagaimana implementasi algoritma *k-means* agar bisa mengolah data mentah, yang berupa data curas dan curanmor dari Polres, agar bisa memberikan kategori untuk setiap kecamatan berdasarkan kasus curas dan curanmor yang terjadi pada kecamatan tersebut. Pengolahan data yang dilakukan, tentunya mengikuti tahapan-tahapan

dari algoritma *k-means*. Berikut tahapan dari perhitungan algoritma *k-means* untuk masing-masing data curas dan curanmor :

#### **4.3.1 Menghitung Jumlah Data**

Pada tahap ini dilakukan perhitungan jumlah data yang didapatkan dari Polres. Jumlah data ini perlu dihitung karena juga sebagai dasar untuk menentukan nilai  $k$  atau jumlah klaster nanti. Pada data yang didapat dari Polres, menjelaskan data curas dan curanmor dari masing-masing kecamatan, dan ada 24 kecamatan di wilayah Kabupaten Probolinggo. Jadi dapat dinyatakan jumlah data untuk masing-masing kasus curas dan curanmor ada 24 data.

#### **4.3.2 Menentukan nilai $k$**

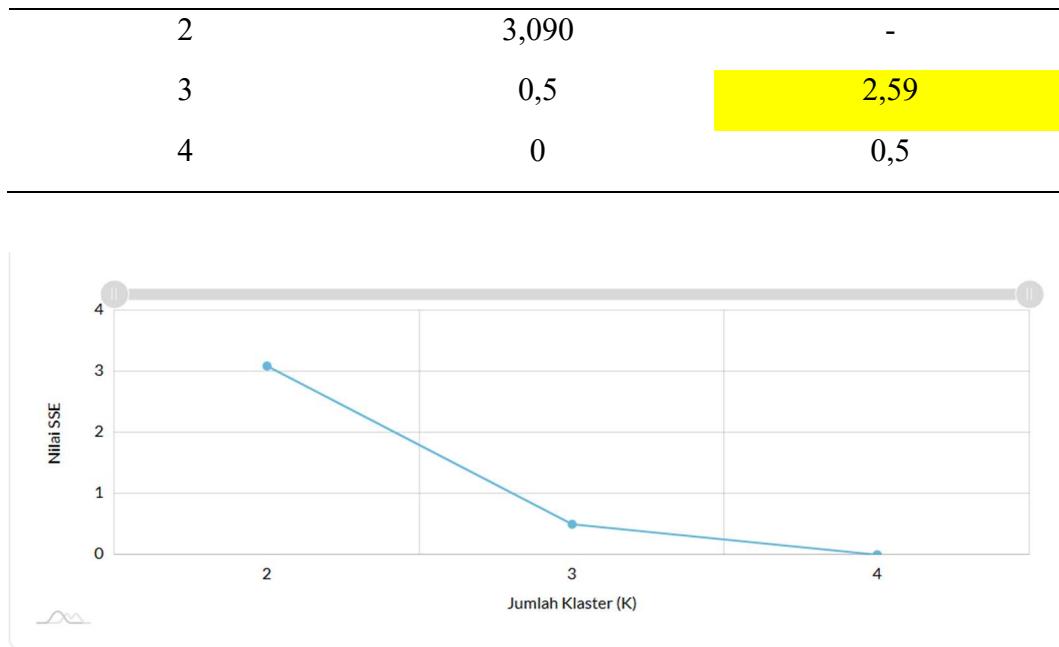
Dalam penelitian ini, penentuan jumlah klaster ( $k$ ) pada algoritma K-Means dilakukan menggunakan metode Elbow. Metode ini melibatkan perhitungan nilai *Sum of Squares Errors* (SSE) untuk berbagai nilai  $k$ , kemudian menampilkan hasilnya ke dalam grafik metode *elbow* untuk mengidentifikasi titik di mana nilai selisih nilai SSE terbesar. Titik ini dianggap sebagai jumlah klaster optimal, karena penambahan klaster setelah titik tersebut tidak memberikan pengurangan SSE yang lebih besar.

Dalam penelitian ini, terdapat dua jenis data yang dilakukan *clustering*, yaitu data kasus pencurian dengan kekerasan (curas) dan data kasus pencurian kendaraan bermotor (curanmor). Dalam metode *elbow* untuk penelitian ini perhitungan nilai SSE dilakukan pada rentang nilai  $k$  di masing-masing data kasus. Untuk data curas, rentang nilai  $k$  yang akan diuji berkisar diantara 2 hingga 4, hal tersebut dikarenakan pada data kasus curas hanya terdapat 4 variasi data agar tidak terjadi klaster kosong (klaster tanpa anggota). Berbeda dengan data kasus curanmor yang memiliki lebih banyak variasi pada datanya, maka rentang nilai  $k$  yang diuji berkisar antara 2 hingga 10. Berikut hasil perhitungan SSE dan Tampilan Grafik untuk rentang  $k$  yang sudah ditentukan pada masing-masing data kasus.

##### a. SSE dan Grafik Metode Elbow Kasus Curas

Tabel 4.2 Nilai SSE di Setiap Nilai  $k$  Pada Data Kasus Curas

Nilai $k$	Nilai SSE	Selisih SSE
-----------	-----------	-------------



Gambar 4.1 Grafik Metode Elbow Kasus Curas

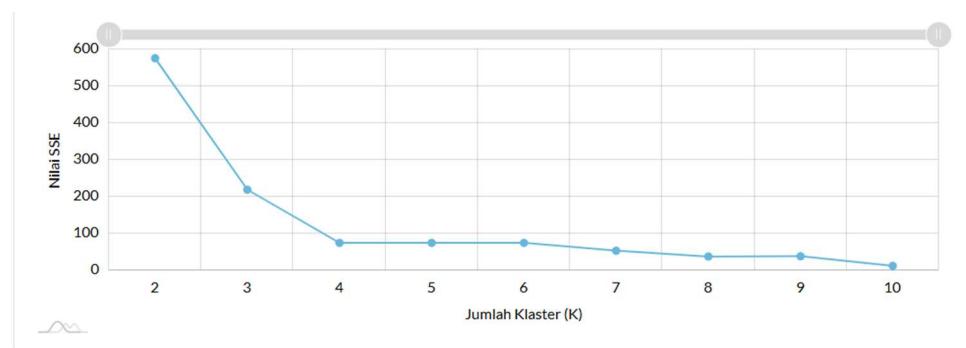
Berdasarkan Tabel 4, diperoleh bahwa selisih nilai SSE tertinggi adalah sebesar 2,59. Selisih tersebut muncul antara jumlah klaster  $k = 2$  dan  $k = 3$ . Nilai ini menunjukkan penurunan signifikan dalam SSE ketika jumlah klaster ditingkatkan dari dua menjadi tiga. Penurunan yang besar ini menjadi indikator penting dalam analisis menggunakan metode Elbow. Selanjutnya, jika mengacu pada Grafik Elbow 4, terlihat jelas adanya bentuk siku pada nilai  $k = 3$ . Bentuk siku tersebut mengindikasikan bahwa setelah titik tersebut, penurunan nilai SSE tidak lagi signifikan. Berdasarkan hal tersebut, maka nilai  $k = 3$  dianggap sebagai titik optimal untuk jumlah klaster. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa jumlah klaster terbaik untuk kasus curas adalah tiga.

#### b. SSE dan Grafik Metode Elbow Kasus Curanmor

Tabel 4.3 Nilai SSE Setiap Nilai k Pada Data Kasus Curanmor

Nilai k	Nilai SSE	Selisih SSE
2	575,88	-
3	219.214	356,666
4	74,714	144,5
5	74,714	0

6	74,714	0
7	53,381	21,333
8	37,714	15,667
9	38,083	-0,369
10	12,416	25,667



Gambar 4.2 Grafik Metode Elbow Kasus Curanmor

Merujuk pada Tabel 4, nilai selisih SSE paling tinggi tercatat sebesar 356,666. Selisih ini muncul saat jumlah klaster meningkat dari  $k = 2$  menjadi  $k = 3$ . Besarnya penurunan SSE tersebut mengindikasikan adanya perbaikan signifikan dalam pembentukan klaster saat ditambah menjadi tiga kelompok. Penurunan tajam ini menjadi petunjuk penting dalam menentukan jumlah klaster yang tepat. Selain itu, tampak pada Grafik Elbow 4 bahwa terbentuk sudut siku yang jelas pada titik  $k = 3$ . Sudut tersebut menunjukkan bahwa setelah  $k = 3$ , penurunan SSE menjadi lebih landai dan tidak terlalu berarti. Keadaan ini menunjukkan bahwa  $k = 3$  merupakan titik optimal sebelum efektivitas pengelompokan berkurang. Maka, dapat disimpulkan bahwa tiga klaster adalah pilihan terbaik untuk pengelompokan data curanmor.

#### 4.3.3 Menentukan Centroid Awal Pada Setiap Klaster

Setelah mengetahui atau menentukan nilai  $k$  yang optimal untuk masing-masing data curas dan curanmor, selanjutnya perlu menentukan nilai centroid awal untuk setiap klaster. Pada penelitian ini nilai  $k$  yang telah ditetapkan yaitu 3, baik untuk data curas maupun data curanmor, sehingga perlu 3 nilai centroid untuk

masing-masing data. Dalam menentukan nilai centroid awal, tidak ada aturan yang mengatur bagaimana pemilihan centroid awal, atau dengan kata lain, penentuan nilai centroid awal dipilih secara acak. Berikut nilai centroid awal yang telah dipilih secara acak untuk masing-masing data.

- Centroid awal untuk data curas

Tabel 4.4 Nilai Centroid Awal Data Kasus Curas

Centroid	Nilai Centroid
C1	0
C2	1
C3	3

Sesuai pada tabel 4.4, nilai centroid awal yang ditetapkan untuk data curas Kabupaten Probolinggo yaitu C1 = 0, C2 = 1, dan untuk C3 = 3.

- Centroid awal untuk data curanmor

Tabel 4.5 Nilai Centroid Awal Data Kasus Curas

Centroid	Nilai Centroid
C1	10
C2	20
C3	30

Sesuai pada tabel 4.5, nilai centroid awal yang ditetapkan untuk data curanmor Kabupaten Probolinggo yaitu C1 = 0, C2 = 1, dan untuk C3 = 3.

#### 4.3.4 Menghitung Jarak Setiap Data Terhadap Centroid

Setelah menentukan nilai centroid awal pada setiap klaster, sesuai dengan tahapan algoritma k-means langkah selanjutnya yaitu menghitung jarak dari masing-masing data terhadap masing-masing centroid. Pada tahap perhitungan jarak ini dilakukan berulang kali hingga tidak ada perubahan pada anggota dari masing-masing klaster pada iterasi selanjutnya. Perhitungan jarak berulang tersebut disebut sebagai iterasi. Dalam perhitungan jarak ini digunakan persamaan *manhattan distance*, yang tertuang pada persamaan nomor 4.1

$$d(x, y) = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i| \dots \dots \dots (4.1)$$

Keterangan :

$d$  = jarak antar  $x$  dan  $y$

$x$  = data pada pusat klaster

$y$  = data pada atribut

Jadi pada persamaan *manhattan*, penulis menghitung jarak antar data pada masing-masing kecamatan di setiap kasus terhadap masing-masing centroid pada setiap kasusnya.

#### a. Perhitungan Jarak Data Kasus Curas

Dalam iterasi pertama ini penulis menggunakan data curas pada kecamatan Bantaran sebagai contoh perhitungan jarak data terhadap setiap centroid. Pada Kecamatan Bantaran terjadi kasus curas sebanyak 0 kasus.

$$d(K1, C1) = |0 - 0|$$

$$= 0$$

$$d(K1, C2) = |0 - 1|$$

$$= 1$$

$$d(K1, C3) = |0 - 3|$$

$$= 3$$

Pada iterasi pertama ini seluruh data curas pada setiap kecamatan dihitung jaraknya terhadap masing-masing nilai centroid awal. Setelah setiap data curas dihitung jaraknya, kemudian dicari nilai minimum dari jarak data terhadap masing-masing centroid yang ada. Jarak minimum tersebut merupakan acuan dalam menentukan data tersebut masuk dalam klaster apa. Semakin kecil jarak data terhadap salah satu centroid pada suatu klaster, maka data tersebut merupakan anggota dari klaster tersebut. Hasil perhitungan jarak data curas terhadap masing-masing centroid bisa dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Perhitungan Jarak Pada Kasus Curas di Iterasi Pertama

Kecamatan	C1	C2	C3	Klaster
Bantaran	0,000	1,000	3,000	C1
Banyuanyar	0,000	1,000	3,000	C1

Besuk	0,000	1,000	3,000	C1
Dringu	0,000	1,000	3,000	C1
Gading	1,000	0,000	2,000	C2
Gending	1,000	0,000	2,000	C2
Kotaanyar	0,000	1,000	3,000	C1
Kraksaan	0,000	1,000	3,000	C1
Krenjengan	0,000	1,000	3,000	C1
Krucil	0,000	1,000	3,000	C1
Kuripan	0,000	1,000	3,000	C1
Leces	0,000	1,000	3,000	C1
Lumbang	0,000	1,000	3,000	C1
Maron	0,000	1,000	3,000	C1
Paiton	0,000	1,000	3,000	C1
Pakuniran	0,000	1,000	3,000	C1
Pajarakan	0,000	1,000	3,000	C1
Sukapura	0,000	1,000	3,000	C1
Sumber	0,000	1,000	3,000	C1
Sumberasih	1,000	0,000	2,000	C2
Tegalsiwalan	0,000	1,000	3,000	C1
Tiris	0,000	1,000	3,000	C1
Tongas	3,000	2,000	0,000	C3
Wonomerto	2,000	1,000	1,000	C2

Pada iterasi pertama proses klasterisasi data curas, jumlah data yang masuk ke masing-masing klaster adalah : C1 sebanyak 19 data, C2 terdiri dari 4 data, dan untuk C3 berjumlah 1 data. Meskipun demikian, jumlah ini masih dapat berubah pada iterasi berikutnya karena proses *optimasi* akan memperbarui posisi *centroid*, sehingga pembagian data ke dalam klaster bisa mengalami penyesuaian berdasarkan perhitungan jarak yang terbaru. Untuk mempermudah dalam mengetahui hasil *clustering* pada iterasi pertama, dapat dilihat pada tabel 4.7

Tabel 4.7 Hasil Klaster Sementara Pada Kasus Curas di Iterasi Pertama

C1	C2	C3
Bantaran	Gading	Tongas
Banyuanyar	Gending	
Besuk	Sumberasih	
Dringu	Wonomerto	
Kotaanyar		
Kraksaan		
Krenjengan		
Krucil		
Kuripan		
Leces		
Lumbang		
Maron		
Paiton		
Pakuniran		
Pajarakan		
Sukapura		
Sumber		
Tegalsiwalan		
Tiris		

Hasil *clustering* pada tabel 4.7 akan menjadi acuan dalam perhitungan *centroid* untuk iterasi selanjutnya.

#### b. Perhitungan Jarak Data Kasus Curanmor

Dalam iterasi pertama ini penulis menggunakan data curanmor pada kecamatan Bantaran sebagai contoh perhitungan jarak data terhadap setiap centroid. Pada Kecamatan Bantaran terjadi kasus curanmor sebanyak 0 kasus.

$$\begin{aligned} d(K1, C1) &= |5 - 10| \\ &= 5 \end{aligned}$$

$$d(K1, C2) = |5 - 20|$$

$$= 15$$

$$d(K1, C2) = |5 - 30|$$

$$= 25$$

Pada iterasi pertama ini seluruh data curanmor pada setiap kecamatan dihitung jaraknya terhadap masing-masing nilai centroid awal. Setelah setiap data curanmor dihitung jaraknya, kemudian dicari nilai minimum dari jarak data terhadap masing-masing centroid yang ada. Jarak minimum tersebut merupakan acuan dalam menentukan data tersebut masuk dalam klaster apa. Semakin kecil jarak data terhadap salah satu centroid pada suatu klaster, maka data tersebut merupakan anggota dari klaster tersebut. Hasil perhitungan jarak data curanmor terhadap masing-masing centroid bisa dilihat pada tabel 4.8

Tabel 4.8 Perhitungan Jarak Pada Kasus Curanmor di Iterasi Pertama

Kecamatan	C1	C2	C3	Klaster
Bantaran	5,000	15,000	25,000	C1
Banyuanyar	6,000	16,000	26,000	C1
Besuk	8,000	18,000	28,000	C1
Dringu	12,000	2,000	8,000	C2
Gading	6,000	16,000	26,000	C1
Gending	8,000	2,000	12,000	C2
Kotaanyar	10,000	20,000	30,000	C1
Kraksaan	27,000	17,000	7,000	C3
Krenjengan	1,000	11,000	21,000	C1
Krucil	7,000	17,000	27,000	C1
Kuripan	8,000	18,000	28,000	C1
Leces	3,000	7,000	17,000	C1
Lumbang	9,000	19,000	29,000	C1
Maron	11,000	1,000	9,000	C2
Paiton	4,000	6,000	16,000	C1

Pakuniran	6,000	16,000	26,000	C1
Pajarakan	0,000	10,000	20,000	C1
Sukapura	10,000	20,000	30,000	C1
Sumber	9,000	19,000	29,000	C1
Sumberasih	0,000	10,000	20,000	C1
Tegalsiwalan	9,000	19,000	29,000	C1
Tiris	8,000	18,000	28,000	C1
Tongas	5,000	5,000	15,000	C1
Wonomerto	6,000	16,000	26,000	C1

Pada iterasi pertama proses klasterisasi data curanmo, jumlah data yang masuk ke masing-masing klaster adalah : C1 sebanyak 20 data, C2 terdiri dari 3 data, dan untuk C3 berjumlah 1 data. Meskipun demikian, jumlah ini masih dapat berubah pada iterasi berikutnya karena proses *optimasi* akan memperbarui posisi *centroid*, sehingga pembagian data ke dalam klaster bisa mengalami penyesuaian berdasarkan perhitungan jarak yang terbaru. Untuk mempermudah dalam mengetahui hasil *clustering* pada iterasi pertama, dapat dilihat pada tabel 4.9

Tabel 4.9 Hasil Klaster Sementara Pada Kasus Curanmor di Iterasi Pertama

C1	C2	C3
Bantaran	Dringu	Kraksaan
Banyuanyar	Gending	
Besuk	Maron	
Gading		
Kotaanyar		
Krenjengan		
Krucil		
Kuripan		
Leces		
Lumbang		

Paiton

Pakuniran

Pajarakan

Sukapura

Sumber

Sumberasih

Tegalsiwalan

Tiris

Tongas

Wonomerto

Hasil *clustering* pada tabel 4.9 akan menjadi acuan dalam perhitungan *centroid* untuk iterasi selanjutnya.

#### 4.3.5 Menentukan Nilai Centroid Baru

Guna mengetahui apakah hasil *clustering* dari iterasi pertama sudah benar, perlu dilakukan iterasi kedua. Iterasi kedua digunakan untuk memvalidasi, apakah anggota klaster yang telah dihasilkan oleh iterasi pertama masih sama pada iterasi kedua ataukah ada data yang berubah klasternya. Proses dalam perhitungan iterasi kedua sama dengan iterasi pertama. Namun centroidnya tidak menggunakan nilai acak lagi, melainkan berpedoman pada hasil *clustering* dari iterasi pertama. Proses menentukan centroid yang baru dengan menghitung rata-rata data pada setiap klaster yang sudah terbentuk di iterasi pertama atau dapat dirumuskan dalam persamaan (4.2)

$$C_i \text{ baru} = \frac{\sum_{i=1}^n xci}{nci} \dots \dots \dots (4.2)$$

Keterangan :

$C_i \text{ baru}$  : Nilai Centroid pada klaster ke-i yang baru.

$\sum_{i=1}^n xci$  : Jumlah seluruh data pada anggota klaster ke-i

$nci$  : Jumlah anggota klaster ke-i

Berikut merupakan perhitungan centroid baru dari masing-masing kasus curas dan curanmor.

a. Perhitungan Centroid Baru Data Curas

$$C1 \text{ baru} = \frac{0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0}{19} \\ = 0$$

$$C2 \text{ baru} = \frac{1+1+1+2}{4} = 1,25$$

$$C3 \text{ baru} = \frac{3}{1} = 3$$

Dari perhitungan tersebut sudah menghasilkan nilai centroid baru yang berbeda dari centroid acak di awal. Hasil perhitungan yang berupa centroid baru dapat dilihat pada tabel 4.10

Tabel 4.10 Centroid Baru Hasil Iterasi Pertama Data Kasus Curas

Centroid	Nilai Centroid
C1	0
C2	1,25
C3	3

Centroid baru untuk kasus curas pada table 4.10 akan digunakan untuk perhitungan jarak data pada iterasi kedua.

b. Perhitungan Centroid Baru Data Curanmor

Selanjutnya perlu juga menghitung centroid baru untuk kasus curanmor dengan berdasarkan hasil *clustering* dari ietrasasi pertama.

$C1 \text{ baru}$

$$= \frac{5 + 4 + 2 + 4 + 0 + 9 + 3 + 2 + 13 + 1 + 14 + 4 + 10 + 0 + 1 + 10 + 1 + 2 + 15 + 4}{20} \\ = 5,2$$

$$C1 \text{ baru} = \frac{22 + 18 + 21}{3} = 20,333$$

$$C1 \text{ baru} = \frac{37}{1} = 37$$

Dari perhitungan tersebut sudah menghasilkan nilai centroid baru yang berbeda dari centroid acak di awal. Hasil perhitungan yang berupa centroid baru dapat dilihat pada tabel 4.11

Tabel 4.11 Centroid Baru Hasil Iterasi Pertama Data Kasus Curanmor

Centroid	Nilai Centroid
C1	5,2
C2	20,333
C3	37

Centroid baru untuk kasus curanmor pada table 4.11 akan digunakan untuk perhitungan jarak data pada iterasi kedua.

#### 4.3.6 Melakukan Iterasi Selanjutnya

Setelah mendapatkan centroid baru dari hasil iterasi pertama, langkah selanjutnya melakukan iterasi kedua dengan menggunakan centroid baru tersebut. Pada iterasi kedua juga mengelompokkan data ke klaster berdasarkan jarak terdekat dari data tersebut ke masing-masing centroid.

Setelah mengetahui anggota klaster yang baru dari iterasi kedua, dilakukan pengecekan apakah anggota klaster iterasi kedua sama dengan anggota kaster dari iterasi pertama tadi. Jika tidak ada perubahan anggota klaster dari iterasi pertama ke iterasi kedua, maka proses *clustering* sudah bisa dianggap konvergen, sehingga hasil akhir dari iterasi kedua merupakan hasil akhir dari proses *K-Means Clustering*.

Namun ketika ada perbedaan anggota klaster antara hasil iterasi pertama dan iterasi kedua, maka proses iterasi akan dilanjutkan. Proses tersebut mengulangi tahap penentuan centroid baru dari iterasi sebelumnya, perhitungan jarak untuk iterasi selanjutnya, dan pengecekan anggota klaster dari iterasi sebelumnya dengan iterasi selanjutnya hingga mencapai konvergen atau tidak ada perubahan anggota klaster pada dua iterasi terakhir.

#### 4.3.7 Hasil Akhir K-Means Clustering

Setelah melanjutkan iterasi kedua dan seterusnya untuk masing-masing data kasus, proses iterasi *k-means clustering* berhenti sesuai ketentuan ketika tidak ada perubahan anggota klaster lagi. Iterasi terakhir pada masing-masing kasus berbeda. Berikut iterasi terakhir dan juga hasil final dari *k-means clustering* pada masing-masing kasus.

- a. Iterasi Terakhir dan Hasil Final *Clustering* Kasus Curas

Proses iterasi pada kasus curas berhenti pada iterasi kedua, karena tidak ada lagi perubahan anggota klaster antara iterasi pertama ke iterasi kedua. Selain itu untuk centroid terakhirnya merupakan centroid yang dihasilkan dari hasil klasterisasi pada iterasi pertama. Centroid terakhir yang digunakan dan juga perhitungan jarak di iterasi kedua (iterasi terakhir) dicantumkan pada tabel 4.12

Tabel 4.12 Centroid Akhir Data Kasus Curas

Centroid	Nilai Centroid
C1	0
C2	1,25
C3	3

Nilai centroid terakhir pada tabel 4.12 merupakan hasil perhitungan dari iterasi sebelumnya (iterasi pertama). Nilai centroid tersebut yang kemudian digunakan untuk menghitung jarak pada iterasi selanjutnya (iterasi kedua) pada tabel 4.13

Tabel 4.13 Iterasi Akhir Data Kasus Curas

Kecamatan	C1	C2	C3	Klaster
Bantaran	0,000	1,250	3,000	C1
Banyuanyar	0,000	1,250	3,000	C1
Besuk	0,000	1,250	3,000	C1
Dringu	0,000	1,250	3,000	C1
Gading	1,000	0,250	2,000	C2
Gending	1,000	0,250	2,000	C2
Kotaanyar	0,000	1,250	3,000	C1
Kraksaan	0,000	1,250	3,000	C1
Krenjengan	0,000	1,250	3,000	C1
Krucil	0,000	1,250	3,000	C1
Kuripan	0,000	1,250	3,000	C1
Leces	0,000	1,250	3,000	C1

Lumbang	0,000	1,250	3,000	C1
Maron	0,000	1,250	3,000	C1
Paiton	0,000	1,250	3,000	C1
Pakuniran	0,000	1,250	3,000	C1
Pajarakan	0,000	1,250	3,000	C1
Sukapura	0,000	1,250	3,000	C1
Sumber	0,000	1,250	3,000	C1
Sumberasih	1,000	0,250	2,000	C2
Tegalsiwalan	0,000	1,250	3,000	C1
Tiris	0,000	1,250	3,000	C1
Tongas	3,000	1,750	0,000	C3
Wonomerto	2,000	0,750	1,000	C2

Pada tabel 4.13 merupakan perhitungan jarak atau iterasi terakhir dalam proses *k-means clustering* karena sudah tidak ada perubahan anggota klaster antara iterasi sebelumnya (iterasi pertama) dengan iterasi selanjutnya (iterasi kedua). Hasil *clustering* dari iterasi kedua atau bisa disebut hasil akhir proses *k-means clustering* dapat dijelaskan pada tabel 4.14

Tabel 4.14 Hasil Akhir Klaster Kasus Curas

C1	C2	C3
Bantaran	Gading	Tongas
Banyuanyar	Gending	
Besuk	Sumberasih	
Dringu	Wonomerto	
Kotaanyar		
Kraksaan		
Krenjengan		
Krucil		
Kuripan		
Leces		

Lumbang  
Maron  
Paiton  
Pakuniran  
Pajarakan  
Sukapura  
Sumber  
Tegalsiwalan  
Tiris

---

Untuk mempermudah pembaca dalam memahami hasil akhir clustering atau untuk mempermudah mengetahui kecamatan mana yang termasuk kategori rawan., maka hasil akhir clustering pada tabel 4.14 di ubah nama kategorinya yang sebelumnya C1, C2, C3 menjadi Rawan, Sedang, dan Tidak Rawan.

Nama klaster yang baru yaitu Rawan, Sedang, dan Tidak Rawan memiliki karakteristik masing-masing. Nama klaster rawan memiliki arti bahwa kecamatan pada klaster tersebut sering terjadi kasus curas dari pada kecamatan di klaster yang lain. Sedangkan klaster aman memiliki karakteristik kecamatan yang masuk pada klaster ini memiliki kejadian curas lebih sedikit dari kecamatan pada klaster lain. Kemudian untuk klaster sedang, memiliki karakteristik kecamatan yang masuk menjadi anggotanya merupakan kecamatan yang kejadian curasnya tidak lebih banyak kasus curasnya daripada kecamatan yang ada di klaster rawan dan tidak lebih sedikit dari kecamatan yang ada di klaster aman, atau dengan kata lain klaster yang dikategorikan sedang merupakan klaster yang letaknya berada di tengah-tengah dalam diagram persebaran klaster.

Dalam perubahan nama kategori tersebut perlu memperhatikan karakteristik dari masing-masing kategori dengan data yang masuk dalam kategori tersebut. Jadi penamaan kategori yang baru mengikuti centroid terakhir yang digunakan, karena centroid merupakan cerminan dari data yang ada dalam klaster tersebut. Dalam studi kasus ini klaster C3 bisa berubah nama menjadi klaster rawan, karena nilai centroidnya lebih tinggi dari klaster lainnya. Kemudian untuk klaster C1 bisa berubah nama menjadi klaster aman, karena nilai centroidnya lebih kecil dari

klaster lainnya. Selanjutnya untuk C2 bisa berubah menjadi klaster sedang, karena nilai centroidnya tidak lebih besari dari C3 dan tidak lebih kecil dari C1. Jadi hasil *clustering* menggunakan nama klaster yang baru dapat dilihat pada tabel 4.15

Tabel 4.15 Hasil Akhir Klaster Data Curas

Aman	Sedang	Rawan
Bantaran	Gading	Tongas
Banyuanyar	Gending	
Besuk	Sumberasih	
Dringu	Wonomerto	
Kotaanyar		
Kraksaan		
Krenjengan		
Krucil		
Kuripan		
Leces		
Lumbang		
Maron		
Paiton		
Pakuniran		
Pajarakan		
Sukapura		
Sumber		
Tegalsiwalan		
Tiris		

Dari tabel 4. 15 dapat disimpulkan bahwa klaster rawan hanya memiliki 1 anggota yaitu kecamatan Tongas. Untuk klaster sedang memiliki 4 anggota, yaitu kecamatan Gading, Gending, Sumberasih, dan Wonomerto. Sedangkan untuk klaster aman memiliki 19 anggota yang terdiri dari Kecamatan Bantaran, Banyuanyar, Besuk, Dringu, Kotaanyar, Kraksaan, Krenjengan, Krucil, Kuripan, Leces Lumbang Maron, Paiton, Pakuniran, Pajarakan, Sukapura, Sumber, Tegalsiwalan, dan Tiris.

b. Iterasi Terakhir dan Hasil Final *Clustering* Kasus Curanmor

Proses iterasi pada kasus curanmor berhenti pada iterasi ketiga, karena tidak ada lagi perubahan anggota klaster antara iterasi kedua ke iterasi ketiga. Selain itu untuk centroid terakhirnya merupakan centroid yang dihasilkan dari hasil klasterisasi pada iterasi kedua. Centroid terakhir yang digunakan dan juga perhitungan jarak di iterasi ketiga (iterasi terakhir) dicantumkan pada tabel 4.16

Tabel 4.16 Centroid Akhir Data Kasus Curanmor

Centroid	Nilai Centroid
C1	3,647
C2	17,167
C3	37,000

Nilai centroid terakhir pada tabel 4.16 merupakan hasil perhitungan dari iterasi sebelumnya (iterasi kedua). Nilai centroid tersebut yang kemudian digunakan untuk menghitung jarak pada iterasi selanjutnya (iterasi ketiga) pada tabel 4.17.

Tabel 4.17 Iterasi Akhir Kasus Curanmor

Kecamatan	C1	C2	C3	Klaster
Bantaran	1,353	12,167	32,000	C1
Banyuanyar	0,353	13,167	33,000	C1
Besuk	1,647	15,167	35,000	C1
Dringu	18,353	4,833	15,000	C2
Gading	0,353	13,167	33,000	C1
Gending	14,353	0,833	19,000	C2
Kotaanyar	3,647	17,167	37,000	C1
Kraksaan	33,353	19,833	0,000	C3
Krenjengan	5,353	8,167	28,000	C1
Krucil	0,647	14,167	34,000	C1

Kuripan	1,647	15,167	35,000	C1
Leces	9,353	4,167	24,000	C2
Lumbang	2,647	16,167	36,000	C1
Maron	17,353	3,833	16,000	C2
Paiton	10,353	3,167	23,000	C2
Pakuniran	0,353	13,167	33,000	C1
Pajarakan	6,353	7,167	27,000	C1
Sukapura	3,647	17,167	37,000	C1
Sumber	2,647	16,167	36,000	C1
Sumberasih	6,353	7,167	27,000	C1
Tegalsiwalan	2,647	16,167	36,000	C1
Tiris	1,647	15,167	35,000	C1
Tongas	11,353	2,167	22,000	C2
Wonomerto	0,353	13,167	33,000	C1

Pada tabel 4.17 merupakan perhitungan jarak atau iterasi terakhir dalam proses *k-means clustering* untuk kasus curanmor, karena sudah tidak ada perubahan anggota klaster antara iterasi sebelumnya (iterasi kedua) dengan iterasi saat ini (iterasi ketiga). Hasil *clustering* dari iterasi ketiga atau bisa disebut hasil akhir proses *k-means clustering* dapat dijelaskan pada tabel 4.18

Tabel 4.18 Hasil Akhir Klaster Kasus Curanmor

C1	C2	C3
Bantaran	Dringu	Kraksaan
Banyuanyar	Gending	
Besuk	Leces	
Gading	Maron	
Kotaanyar	Paiton	
Krenjengan	Tongas	
Krucil		

Kuripan

Lumbang

Pakuniran

Pajarakan

Sukapura

Sumber

Sumberasih

Tegalsiwalan

Tiris

Wonomerto

Untuk mempermudah pembaca dalam memahami hasil akhir *clustering* kasus curanmor atau untuk mempermudah mengetahui kecamatan mana yang termasuk kategori rawan., maka hasil akhir clustering pada tabel 4.18 di ubah nama kategorinya yang sebelumnya C1, C2, C3 menjadi Rawan, Sedang, dan Tidak Rawan.

Nama klaster yang baru yaitu Rawan, Sedang, dan Tidak Rawan memiliki karakteristik masing-masing. Nama klaster rawan memiliki arti bahwa kecamatan pada klaster tersebut sering terjadi kasus curanmor dari pada kecamatan di klaster yang lain. Sedangkan klaster aman memiliki karakteristik kecamatan yang masuk pada klaster ini memiliki kejadian curanmor lebih sedikit dari kecamatan pada klaster lain. Kemudian untuk klaster sedang, memiliki karakteristik kecamatan yang masuk menjadi anggotanya merupakan kecamatan yang kasus curanmornya tidak lebih banyak daripada kecamatan yang ada di klaster rawan dan juga tidak lebih sedikit dari kecamatan yang ada di klaster aman, atau dengan kata lain, klaster yang dikategorikan sedang merupakan klaster yang letaknya berada di tengah-tengah dalam diagram persebaran klaster.

Dalam perubahan nama kategori tersebut perlu memperhatikan karakteristik dari masing-masing kategori dengan data yang masuk dalam kategori tersebut. Jadi penamaan kategori yang baru mengikuti centroid terakhir yang digunakan, karena centroid merupakan cerminan dari data yang ada dalam klaster tersebut. Dalam

studi kasus ini klaster C3 bisa berubah nama menjadi klaster rawan, karena nilai centroidnya lebih tinggi dari klaster lainnya. Kemudian untuk klaster C1 bisa berubah nama menjadi klaster aman, karena nilai centroidnya lebih kecil dari klaster lainnya. Selanjutnya untuk C2 bisa berubah menjadi klaster sedang, karena nilai centroidnya tidak lebih besari dari C3 dan tidak lebih kecil dari C1. Hasil *clustering* menggunakan nama klaster yang baru dapat dilihat pada tabel 4.19

Tabel 4.19 Hasil Akhir Klaster Kasus Curanmor

Aman	Sedang	Rawan
Bantaran	Dringu	Kraksaan
Banyuanyar	Gending	
Besuk	Leces	
Gading	Maron	
Kotaanyar	Paiton	
Krenjengan	Tongas	
Krucil		
Kuripan		
Lumbang		
Pakuniran		
Pajarakan		
Sukapura		
Sumber		
Sumberasih		
Tegalsiwalan		
Tiris		
Wonomerto		

Dari tabel 4.19 dapat disimpulkan bahwa klaster rawan untuk kasus curanmor hanya memiliki 1 anggota yaitu kecamatan Kraksaan. Untuk klaster sedang pada kasus curanmor memiliki 6 anggota, yaitu kecamatan Dringu, Gending, Leces, Maron, Paiton, dan Tongas. Sedangkan untuk klaster aman memiliki 17 anggota yang terdiri dari Kecamatan Bantaran, Banyuanyar, Besuk, Gading, Kotaanyar,

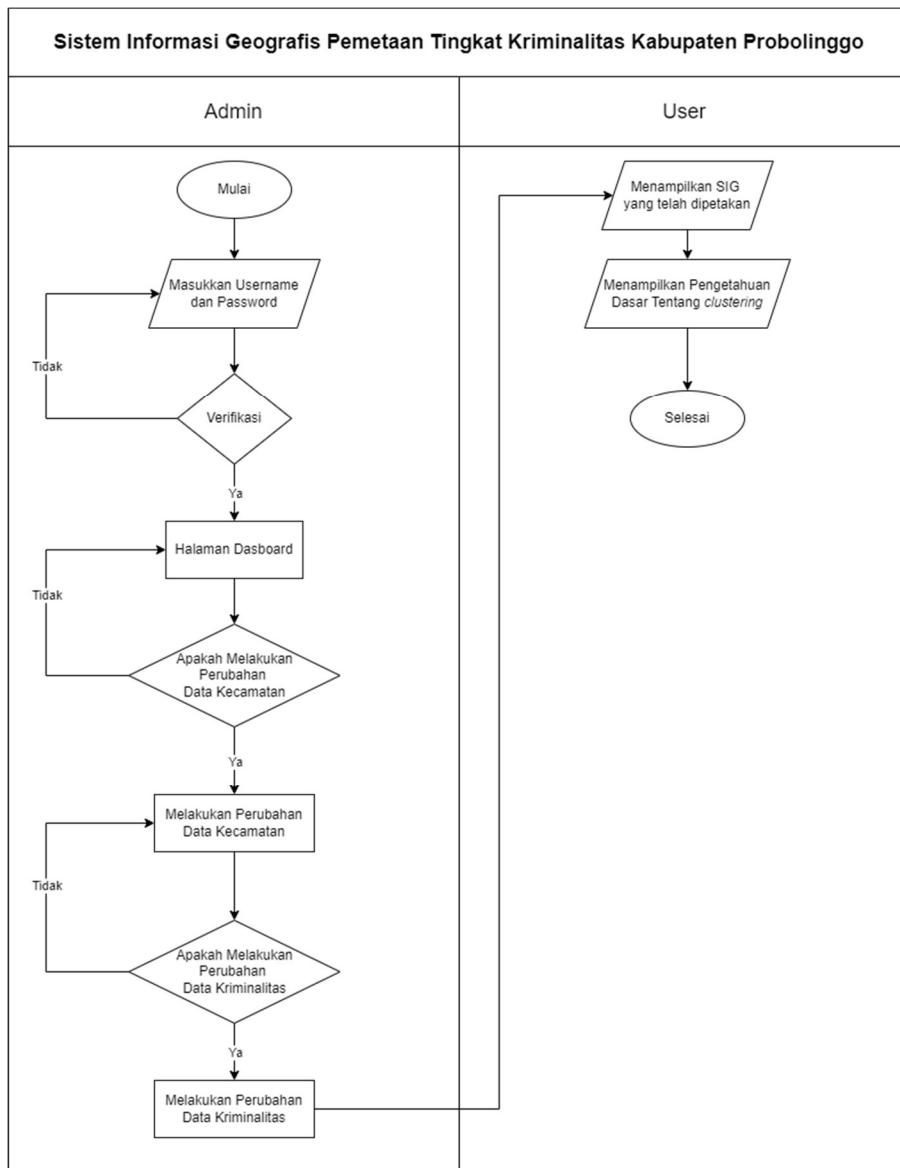
Krenjengan, Krucil, Kuripan, Lumbang, Pakuniran, Pajarakan, Sukapura, Sumber, Sumberasih, Tegalsiwalan, Tiris, dan Wonomerto.

#### **4.4 Pengembangan Sistem**

Pada tahapan pengembangan sistem, penulis mulai membuat produk untuk penelitian ini. Produk yang dibuat oleh penulis untuk penelitian ini berupa web sistem informasi geografis yang menampilkan pemetaan dari kasus curas dan juga kasus curanmor pada wilayah Kabupaten Probolinggo. Dalam web tersebut, juga terdapat implementasi dari algoritma k-means clustering untuk melakukan klasterisasi pada data curas dan data curanmor yang ada agar data tersebut lebih mudah untuk bisa dipahami, karena sudah terbagi atas beberapa klaster. Sesuai dengan poin 4.3.7 Hasil Akhir *K-Means Clustering*, yang menyatakan bahwa hasil klasterisasi terdiri dari 3 klaster, yaitu rawan, sedang, dan aman.

Dalam melakukan pengembangan sistem, penulis berpedoman dengan flowchart di gambar 4.3 dan *use case diagram* di gambar 4.4, sehingga sistem yang dikembangkan sesuai dengan perencanaan. Hasil dari pengembangan sistem ini, penulis jelaskan dalam beberapa bagian utama sebagai berikut.

#### 4.4.1 Flowchart Sistem

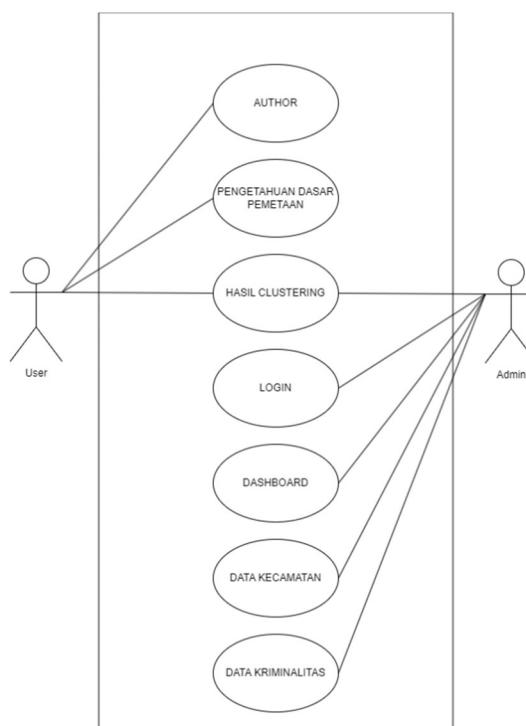


Gambar 4.3 Flowchart Sistem

Pada gambar 4.3 di atas dijelaskan bahwa admin harus masuk atau *login* ke sistem dengan memasukkan username dan password dengan benar. Setelah berhasil masuk ke sistem, admin dapat melakukan perubahan atau input data kecamatan dan juga melakukan perubahan data atau input data kriminalitas ( curas dan curanmor ) pada setiap kecamatan. Dari dua data utama tersebut, sistem akan memproses klusterisasi daerah dengan tingkat kerawannya. Setelah proses *clustering* selesai,

maka hasil *clustering* tersebut akan di visualisasikan dalam bentuk peta Kabupaten Probolinggo dengan warna di setiap kecamatannya sebagai kategori atas tingkat kerawanan kasus curas dan curanmor pada kecamatan tersebut. Peta Hasil *clustering* tersebut dapat dilihat secara langsung oleh user, tanpa harus *login* pada sistem.

#### 4.4.2 Use Case Diagram



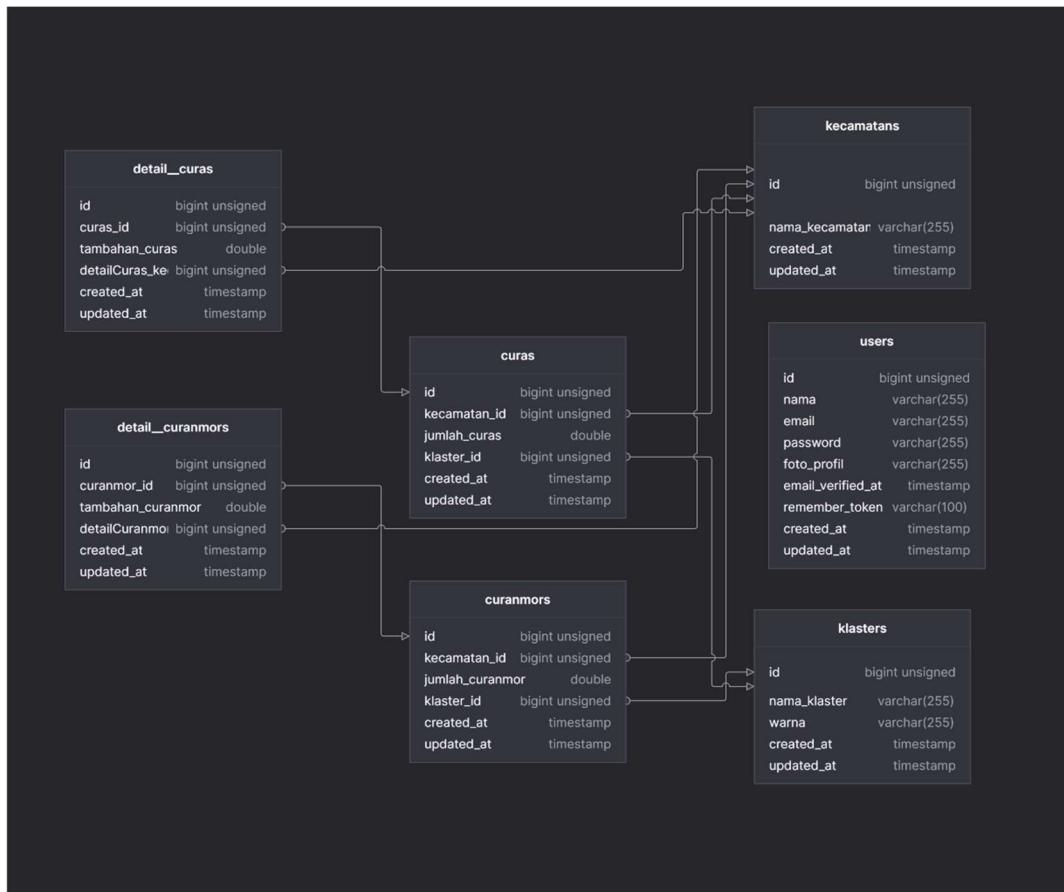
Gambar 4.4 Use Case Diagram

Pada gambar 4.4 dijelaskan terdapat dua pengguna dalam system yang akan dikembangkan. Dua pengguna tersebut merupakan admin dan user yang memiliki hak akses yang berbeda beda dalam system. Admin mempunyai akses pada halaman dashboard, halaman data kecamatan, dan halaman data kriminalitas melalui fitur login terlebih dahulu.. Dapat dinyatakan bahwa admin mempunyai akses yang lebih tinggi terhadap system, karena dengan memiliki akses ke halaman data kecamatan, dan halaman data kriminalitas, maka dapat juga mengubah data data tersebut yang dapat mempengaruhi hasil *clustering* yang terjadi. Kemudian untuk *user* memiliki hak akses pada halaman hasil *clustering*, halaman pengetahuan dasar pemetaan, dan

halaman author, maka dapat dinyatakan bahwa user hanya dapat melihat data yang ditampilkan dan tidak dapat merubahnya.

#### **4.4.3 Database Sistem**

Pembuatan *database* dilakukan berdasarkan analisis yang telah dirancang pada tahap sebelumnya. Penulis merujuk pada *flowchart* dan diagram *use case* yang telah disusun pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 sebagai acuan utama dalam merancang struktur *database*. *Flowchart* menggambarkan alur proses sistem secara keseluruhan, sedangkan *use case* menunjukkan interaksi antara aktor dan sistem. Informasi dari kedua diagram tersebut membantu penulis dalam mengidentifikasi kebutuhan data serta relasi antar entitas yang dibutuhkan dalam sistem. Setiap entitas dan atribut yang terdapat pada *database* dirancang agar sesuai dengan kebutuhan fungsional yang telah diuraikan pada *flowchart* dan *use case*. Selain itu, penulis juga memperhatikan normalisasi agar struktur *database* efisien dan terhindar dari redundansi. Hasil dari perancangan ini kemudian dibuat menjadi suatu *database* yang memiliki relasi antar tabelnya. *Database* sistem yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Database Sistem

Pada Gambar 4.5 yang merupakan struktur database yang digunakan pada Web SIG. Pada database tersebut terdiri dari tujuh tabel dengan 3 tabel diantaranya merupakan tabel master. Tiga tabel yang dimaksud dalam tabel master yaitu, tabel users yang menyimpan data pengguna, tabel klasters yang menyimpan data klaster, dan tabel kecamatans, yang menyimpan data kecamatan. Pada tabel tersebut juga menggunakan teori normalisasi 2nf, yang terbukti dengan adanya tabel detail\_curas dan detail\_curanmors yang menyimpan tambahan data kasus curas dan curanmor pada setiap tanggalnya. Penjelasan lebih rinci terkait masing-masing tabel pada database akan diuraikan sebagai berikut.

a. Tabel Users

Name	users	Primary	id		
#	column_name	data_type	character_set	collation	is_nullable
1	<i>id</i>	bigint unsigned	▼ NULL	NULL	NO
2	<i>nama</i>	varchar(255)	▼ utf8mb4	utf8mb4_unicode_ci	NO
3	<i>email</i>	varchar(255)	▼ utf8mb4	utf8mb4_unicode_ci	NO
4	<i>password</i>	varchar(255)	▼ utf8mb4	utf8mb4_unicode_ci	NO
5	<i>foto_profil</i>	varchar(255)	▼ utf8mb4	utf8mb4_unicode_ci	YES
6	<i>email_verified_at</i>	timestamp	▼ NULL	NULL	YES
7	<i>remember_token</i>	varchar(100)	▼ utf8mb4	utf8mb4_unicode_ci	YES
8	<i>created_at</i>	timestamp	▼ NULL	NULL	YES
9	<i>updated_at</i>	timestamp	▼ NULL	NULL	YES

Gambar 4.6 Tabel Data Users

Penulis melampirkan struktur tabel *users* pada Gambar 4.6 untuk memberikan gambaran rinci mengenai desain tabel yang digunakan dalam sistem. Tabel *users* memiliki sembilan *field*, yaitu *id*, *nama*, *email*, *password*, *foto\_profil*, *email\_verified\_at*, *remember\_token*, *created\_at*, dan *updated\_at*. *Field id* berperan sebagai *primary key* yang digunakan untuk mengidentifikasi setiap data secara unik. Selain itu, *field id* dan *email* masing-masing diberi aturan *unique* agar tidak terjadi duplikasi data pengguna. *Field password* menyimpan kata sandi yang telah dienkripsi guna menjaga keamanan akun admin. *Field email\_verified\_at* berfungsi mencatat waktu ketika alamat surel berhasil diverifikasi oleh sistem. Sementara itu, *field remember\_token*, *created\_at*, dan *updated\_at* digunakan dalam proses autentikasi serta pelacakan waktu pembuatan dan pembaruan data pengguna dalam sistem. Tabel *users* ini berfungsi untuk menyimpan data akun admin yang memiliki wewenang dalam mengelola dan melakukan perubahan terhadap data yang tersedia di dalam aplikasi web.

#### b. Tabel Kecamatans

Name	kecamatans	Primary	id		
#	column_name	data_type	character_set	collation	is_nullable
1	<i>id</i>	bigint unsigned	▼ NULL	NULL	NO
2	<i>nama_kecamatan</i>	varchar(255)	▼ utf8mb4	utf8mb4_unicode_ci	NO
3	<i>created_at</i>	timestamp	▼ NULL	NULL	YES
4	<i>updated_at</i>	timestamp	▼ NULL	NULL	YES

Gambar 4.7 Data Tabel Kecamatans

Penulis melampirkan struktur tabel *kecamatans* pada Gambar 4.7 sebagai bagian dari dokumentasi perancangan *database*. Tabel ini terdiri atas empat *field*, yaitu *id*, *nama\_kecamatan*, *created\_at*, dan *updated\_at*. *Field id* berperan sebagai

*primary key* yang berfungsi untuk mengidentifikasi setiap data kecamatan secara unik. Tabel *kecamatans* digunakan untuk menyimpan data seluruh kecamatan yang berada di wilayah Kabupaten Probolinggo. *Field nama\_kecamatan* berisi nama-nama kecamatan, sedangkan *created\_at* dan *updated\_at* mencatat waktu pembuatan serta pembaruan data pada tabel tersebut. Dengan adanya tabel ini, sistem dapat mengelola data wilayah secara terstruktur dan efisien.

#### c. Tabel Klasters

Name	klasters	Primary	id		
#	column_name	data_type	character_set	collation	is_nullable
1	<i>id</i>	bigint unsigned	NULL	NULL	NO
2	<i>nama_klaster</i>	varchar(255)	utf8mb4	utf8mb4_unicode_ci	NO
3	<i>warna</i>	varchar(255)	utf8mb4	utf8mb4_unicode_ci	NO
4	<i>created_at</i>	timestamp	NULL	NULL	YES
5	<i>updated_at</i>	timestamp	NULL	NULL	YES

Gambar 4.8 Struktur Tabel Klasters

Struktur tabel *klasters* ditampilkan pada Gambar 4.8 sebagai bagian dari penjabaran rancangan tabel yang diterapkan dalam sistem. Tabel ini terdiri atas lima *field*, yaitu *id*, *nama\_klaster*, *warna*, *created\_at*, dan *updated\_at*. *Field id* berperan sebagai *primary key* yang berfungsi untuk membedakan setiap entri klaster secara unik. Tabel *klasters* dibuat untuk menyimpan informasi klaster yang menjadi dasar penamaan klaster hasil proses *K-Means*. *Field nama\_klaster* digunakan untuk mencatat nama dari masing-masing klaster, sedangkan *field warna* berfungsi sebagai indikator visual dalam proses pemetaan. Adapun *field created\_at* dan *updated\_at* mencatat waktu saat data klaster dibuat dan diperbarui. Tabel ini memegang peran penting dalam mendukung penyajian hasil klasterisasi secara visual, terutama pada tampilan peta dalam antarmuka sistem.

#### d. Tabel Curas

Name	curas				
#	column_name	data_type	character_set	collation	is_nullable
1	<b>id</b>	<b>bigint unsigned</b>	▼ NULL	NULL	NO
2	<b>kecamatan_id</b>	<b>bigint unsigned</b>	▼ NULL	NULL	NO
3	<b>jumlah_curas</b>	<b>double</b>	▼ NULL	NULL	NO
4	<b>klaster_id</b>	<b>bigint unsigned</b>	▼ NULL	NULL	YES
5	<b>created_at</b>	<b>timestamp</b>	▼ NULL	NULL	YES
6	<b>updated_at</b>	<b>timestamp</b>	▼ NULL	NULL	YES

Gambar 4.9 Struktur Tabel Curas

Penulis melampirkan struktur tabel *curas* pada Gambar 4.9 sebagai bagian dari dokumentasi perancangan *database* dalam sistem. Tabel ini memiliki enam *field*, yaitu *id*, *klaster\_id*, *kecamatan\_id*, *jumlah\_curas*, *created\_at*, dan *updated\_at*. *Field id* berfungsi sebagai *primary key* yang digunakan untuk mengidentifikasi setiap entri data kasus curas secara unik. Sementara itu, *klaster\_id* merupakan *foreign key* yang menghubungkan data pada tabel *curas* dengan tabel *klasters*, dengan relasi satu klaster dapat memiliki banyak data kasus curas (*one to many*). Di sisi lain, *kecamatan\_id* juga berperan sebagai *foreign key* yang menghubungkan tabel *curas* dengan tabel *kecamatans*, dengan relasi satu kecamatan hanya memiliki satu entri kasus curas (*one to one*).

Tabel *curas* dirancang khusus untuk menyimpan data mengenai jumlah tindak pidana pencurian dengan kekerasan yang terjadi di setiap kecamatan. Data ini menjadi komponen utama dalam proses pengelompokan menggunakan metode *K-Means clustering*. Melalui tabel ini, sistem dapat mengelola dan menganalisis pola sebaran kasus curas berdasarkan wilayah serta klaster yang terbentuk. Informasi yang tersimpan juga memungkinkan visualisasi data secara akurat pada antarmuka pengguna, seperti peta dan tabel analisis. Dengan struktur dan relasi yang telah dirancang, tabel *curas* berperan penting dalam mendukung sistem pengambilan keputusan berbasis data spasial.

#### e. Tabel Detail\_Curas

Name	detail_curas	Primary	id		
#	column_name	data_type	character_set	collation	is_nullable
1	<i>id</i>	bigint unsigned	✓ NULL	NULL	NO
2	<i>curas_id</i>	bigint unsigned	✓ NULL	NULL	NO
3	<i>tambahan_curas</i>	double	✓ NULL	NULL	NO
4	<i>detailCuras_kecamatan_Id</i>	bigint unsigned	✓ NULL	NULL	NO
5	<i>created_at</i>	timestamp	✓ NULL	NULL	YES
6	<i>updated_at</i>	timestamp	✓ NULL	NULL	YES

Gambar 4.10 Struktur Tabel Detail\_Curas

Penulis melampirkan struktur tabel *detail\_curas* pada Gambar 4.10 sebagai bagian dari perancangan sistem untuk mencatat rincian pembaruan data kasus curas. Tabel ini memiliki enam *field*, yaitu *id*, *curas\_id*, *tambahan\_curas*, *detailCuras\_kecamatan\_Id*, *created\_at*, dan *updated\_at*. *Field id* berperan sebagai *primary key* yang mengidentifikasi setiap entri secara unik. *Field curas\_id* merupakan *foreign key* yang merepresentasikan relasi satu data pada tabel *curas* dapat memiliki banyak data pada tabel *detail\_curas* (*one to many*). Selain itu, *field detailCuras\_kecamatan\_Id* juga berperan sebagai *foreign key* yang menunjukkan bahwa satu kecamatan dapat memiliki banyak entri pada tabel ini (*one to many*). Tabel *detail\_curas* dirancang untuk menyimpan data pembaruan jumlah kasus curas yang terjadi di kecamatan tertentu pada waktu atau tanggal tertentu, sehingga riwayat perkembangan kasus dapat tercatat dan dianalisis secara kronologis.

#### f. Tabel Curanmors

Name	curanmors	Primary	id		
#	column_name	data_type	character_set	collation	is_nullable
1	<i>id</i>	bigint unsigned	✓ NULL	NULL	NO
2	<i>kecamatan_id</i>	bigint unsigned	✓ NULL	NULL	NO
3	<i>jumlah_curanmor</i>	double	✓ NULL	NULL	NO
4	<i>klaster_id</i>	bigint unsigned	✓ NULL	NULL	YES
5	<i>created_at</i>	timestamp	✓ NULL	NULL	YES
6	<i>updated_at</i>	timestamp	✓ NULL	NULL	YES

Gambar 4.11 Struktur Tabel Curanmors

Gambar 4.11 menampilkan struktur tabel *curanmors* yang disertakan penulis sebagai bagian dari rancangan *database* sistem. Tabel ini memiliki enam *field*, yakni *id*, *klaster\_id*, *kecamatan\_id*, *jumlah\_curanmor*, *created\_at*, dan *updated\_at*. *Field id* berperan sebagai *primary key* yang berfungsi untuk membedakan setiap entri data secara unik. Adapun *klaster\_id* merupakan *foreign key* yang menunjukkan

keterkaitan antara tabel *curanmors* dan *klasters*, di mana satu klaster dapat memiliki banyak data kasus curanmor (*one to many*). Di sisi lain, *kecamatan\_id* juga berperan sebagai *foreign key* yang menggambarkan bahwa satu kecamatan hanya memiliki satu data curanmor (*one to one*), sehingga satu baris data merepresentasikan satu kecamatan.

Tabel *curanmors* difungsikan untuk merekam jumlah kasus pencurian kendaraan bermotor di setiap kecamatan di wilayah Kabupaten Probolinggo. Informasi yang dihimpun dalam tabel ini menjadi komponen penting dalam pelaksanaan metode *K-Means clustering*, yang digunakan untuk mengelompokkan wilayah berdasarkan tingkat kerawanan. Melalui data tersebut, sistem dapat mengungkap pola penyebaran kasus curanmor dan menghasilkan visualisasi dalam bentuk peta atau tampilan analisis lainnya. Dengan desain struktur dan hubungan antar tabel yang terencana, keberadaan tabel *curanmors* sangat vital dalam menunjang analisis spasial serta pengambilan keputusan berbasis data.

#### g. Tabel Detail\_Curanmors

Name	detail_curanmors	Primary	id		
#	column_name	data_type	character_set	collation	is_nullable
1	<i>id</i>	bigint unsigned	▼ NULL	NULL	NO
2	<i>curanmor_id</i>	bigint unsigned	▼ NULL	NULL	NO
3	<i>tambahan_curanmor</i>	double	▼ NULL	NULL	NO
4	<i>detailCuranmor_kecamatan_Id</i>	bigint unsigned	▼ NULL	NULL	NO
5	<i>created_at</i>	timestamp	▼ NULL	NULL	YES
6	<i>updated_at</i>	timestamp	▼ NULL	NULL	YES

Gambar 4.12 Struktur Tabel Detail\_Curanmors

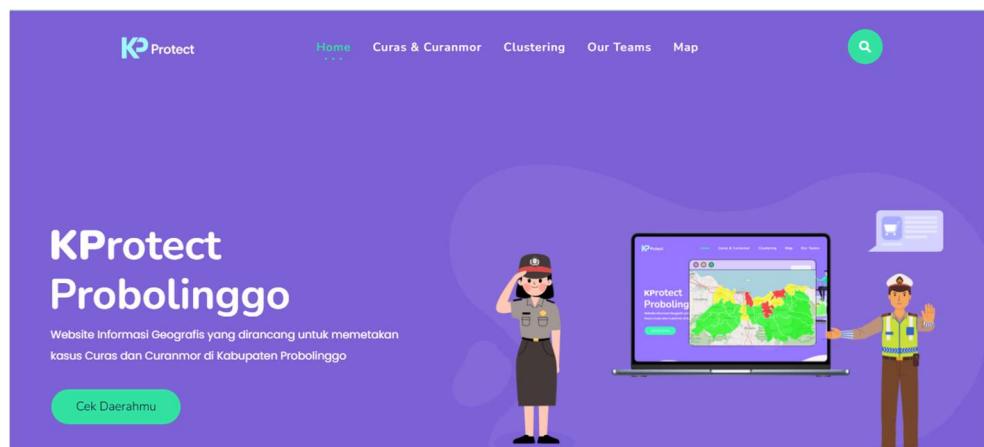
Gambar 4.12 menampilkan struktur tabel *detail\_curanmor* yang dilampirkan oleh penulis sebagai bagian dari dokumentasi perancangan sistem. Tabel ini memuat enam *field*, yakni *id*, *curanmor\_id*, *tambahan\_curanmor*, *detailCuranmor\_kecamatan\_Id*, *created\_at*, dan *updated\_at*. *Field id* berperan sebagai *primary key* yang berfungsi untuk membedakan setiap data secara unik. Sementara itu, *field curanmor\_id* merupakan *foreign key* yang menjalin relasi dengan tabel *curanmor*, di mana satu entri pada tabel *curanmor* dapat memiliki banyak catatan pada tabel *detail\_curanmor* (*one to many*). Selain itu, *field detailCuranmor\_kecamatan\_Id* juga bertindak sebagai *foreign key* yang

menghubungkan data kecamatan, memungkinkan satu kecamatan memiliki banyak entri pembaruan kasus curanmor (*one to many*). Tabel ini digunakan untuk mencatat perkembangan data kasus pencurian kendaraan bermotor yang terjadi di masing-masing kecamatan berdasarkan tanggal tertentu. Dengan demikian, informasi peningkatan jumlah kasus dapat direkam dan dianalisis secara terstruktur dari waktu ke waktu.

#### 4.4.4 Fitur Fitur Pada Sistem

Fitur-fitur yang ada pada web GIS yang dibuat oleh penulis, mengikuti dan berpedoman dengan flowchart sistem, juga *use case* diagram, dan database yang telah dibuat. Begitu juga dengan hak akses yang dimiliki seluruh pengguna terhadap website tersebut. Sesuai dengan *use case* diagram, hak akses secara umum terbagi menjadi dua, yaitu pengunjung web dan juga admin. Dalam web GIS ini pengunjung web hanya bisa melihat informasi pada halaman utama saja, seperti informasi tentang curas, curanmor, k-means, dan fitur pemetaan kecamatan rawan curas dan curanmor di Kabupaten Probolinggo. Berbeda dengan pengunjung, admin bisa mengakses keseluruhan fitur web, seperti halaman utama dan halaman admin, sehingga admin bisa melakukan interaksi pada data-data pada web. Berikut macam-macam fitur yang ada pada web GIS.

##### a. Halaman Utama (*Landing Page*)



Gambar 4.13 Halaman Utama

**KProtect**

Home Curas & Curanmor Clustering Our Teams Map

**Apa Sih Curas dan Curanmor Itu ?**

Ternyata banyak yang belum paham apa itu Curas dan Curanmor. Yuk Kita Bahas

**Curas ( Pencurian Dengan Kekerasan )**

Pencurian dengan Kekerasan atau yang sering disebut Curas, merupakan salah satu tindak pidana pencurian yang dalam praktiknya melakukan kekerasan secara fisik maupun ancaman kepada korbananya. Salah satu contoh Curas yaitu Begal

**Curanmor ( Pencurian Kendaraan Bermotor )**

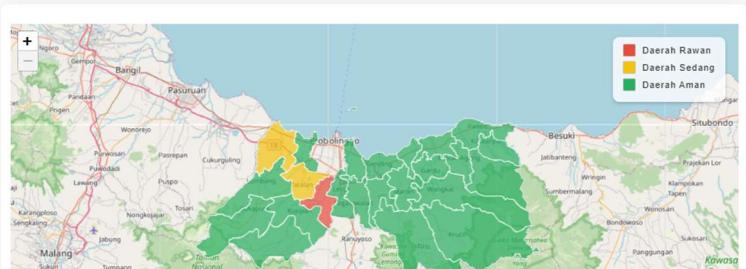


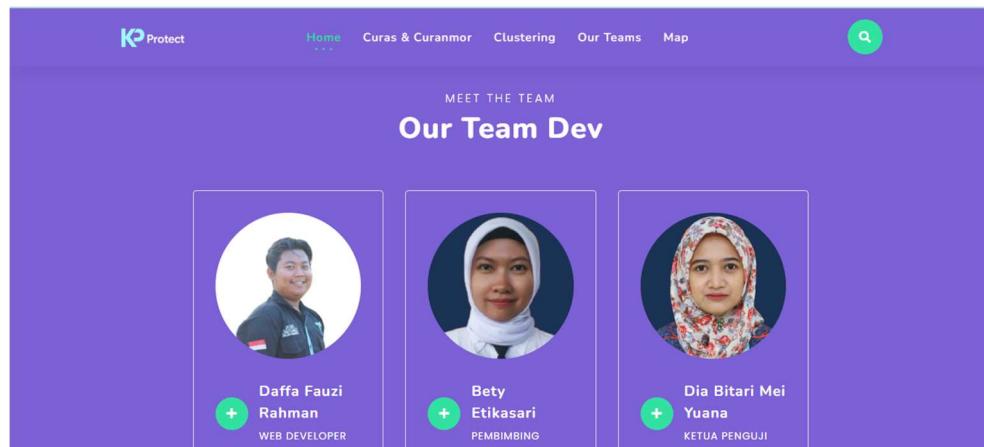

**KProtect**

Home Curas & Curanmor Clustering Our Teams Map

**Pemetaan Kasus Curas dan Curanmor di Kabupaten Probolinggo**

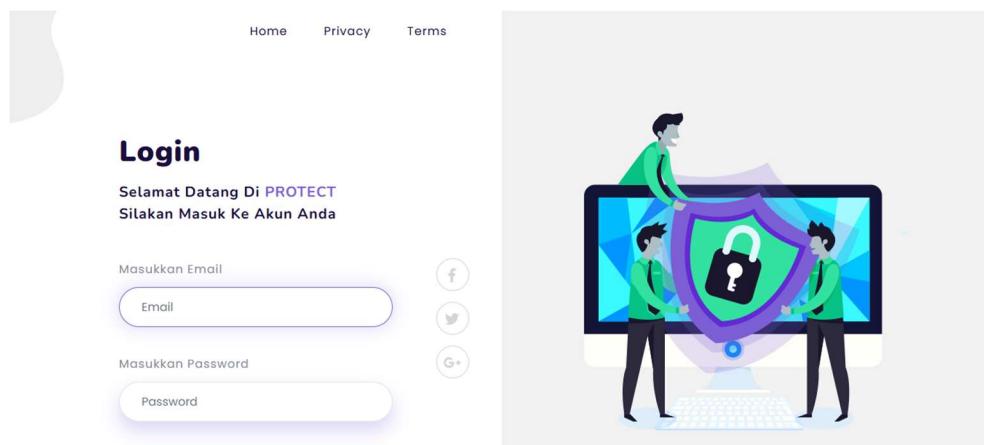
**Curas**   **Curanmor**





Penulis mencantumkan gambar tampilan halaman utama pada Gambar 4.13 untuk menggambarkan antarmuka sistem. Halaman utama ini menyajikan informasi singkat mengenai curas dan curanmor, serta penjelasan sederhana tentang K-Means. Selain itu, halaman ini juga menyertakan fitur pemetaan kasus curas yang dapat diakses oleh pengguna. Pada fitur pemetaan, pengguna dapat memilih jenis data yang ingin dipetakan, apakah itu kasus curas atau curanmor, melalui dropdown yang tersedia. Halaman ini bertujuan untuk memberikan gambaran umum serta mempermudah pengguna dalam memahami dan melihat data secara visual. Dengan adanya dropdown ini, pengguna bisa dengan mudah beralih antara kedua jenis kasus yang ingin ditampilkan pada peta.

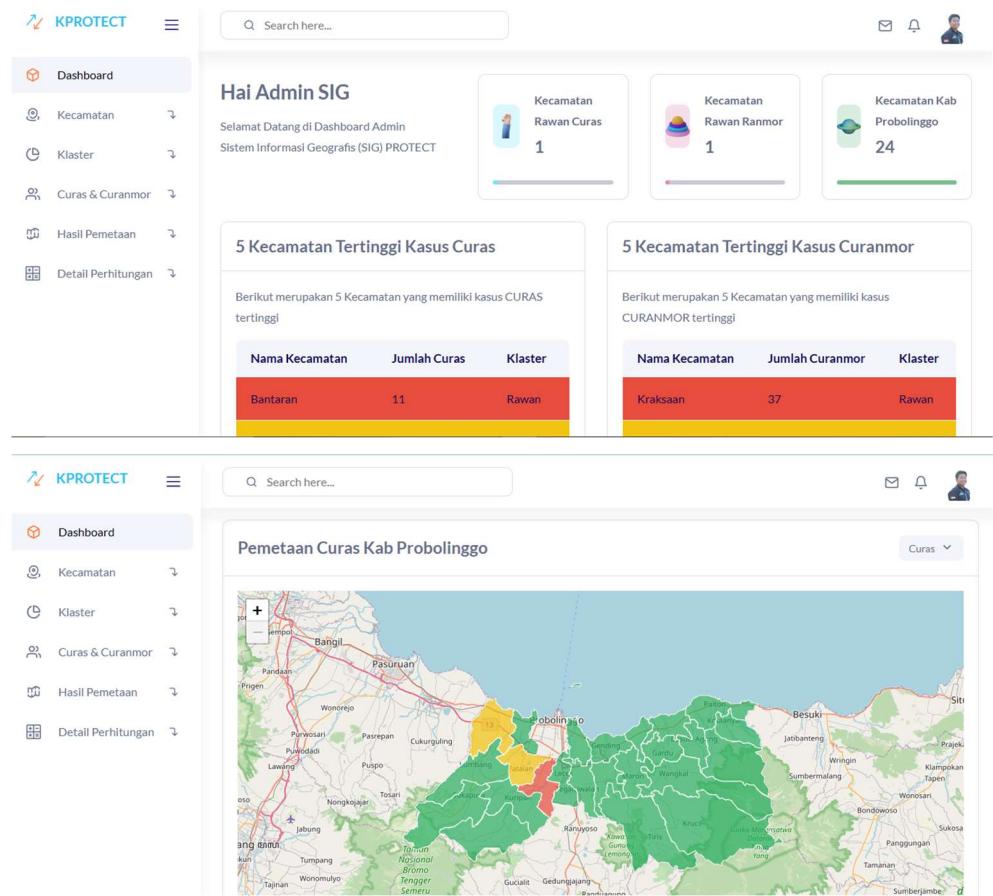
#### b. Halaman Login



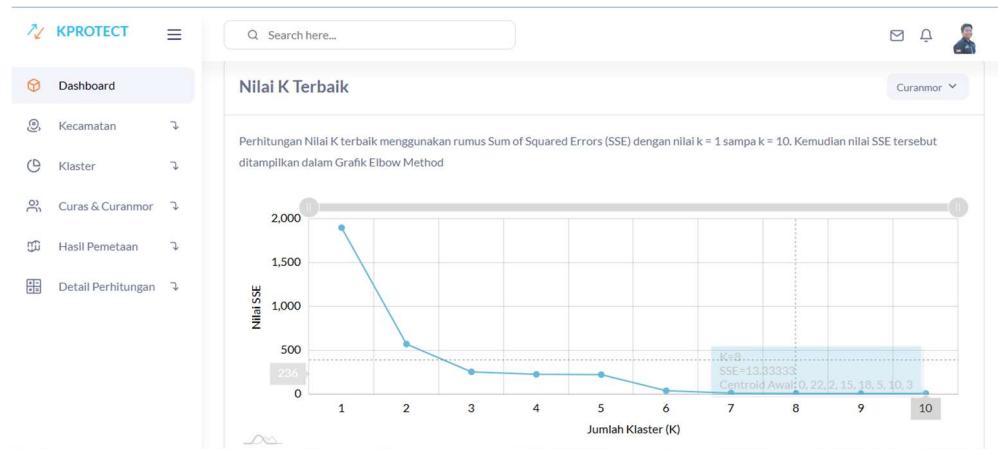
Gambar 4.14 Halaman Login

Penulis menampilkan gambar halaman login sebagai bagian dari dokumentasi sistem. Halaman login ini hanya dapat diakses oleh admin yang memiliki hak akses. Untuk melakukan login, admin harus memasukkan email yang terdaftar dan password yang sesuai. Setelah informasi yang dimasukkan valid, sistem akan memverifikasi dan memberikan akses. Jika login berhasil, admin akan diarahkan ke halaman dashboard. Halaman dashboard ini menyediakan fitur dan informasi yang hanya dapat diakses oleh admin yang telah terverifikasi.

### c. Halaman Dashboard



Gambar 4.15 Halaman Dashboard Admin



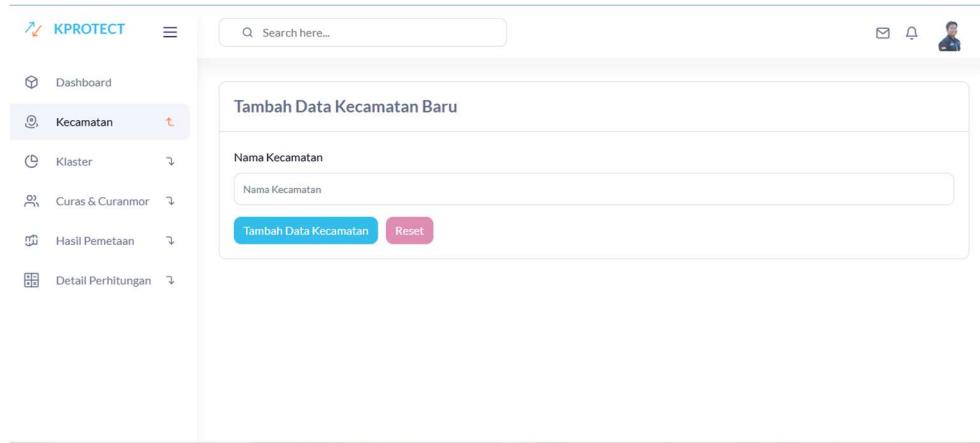
Selanjutnya, penulis menampilkan tampilan halaman dashboard pada Gambar 4 yang hanya dapat diakses oleh admin. Halaman ini dirancang untuk memberikan ringkasan informasi penting secara cepat dan terstruktur. Terdapat daftar lima kecamatan teratas dengan jumlah kasus curas tertinggi yang ditampilkan secara otomatis berdasarkan data yang ada. Selain itu, juga ditampilkan lima kecamatan teratas dengan kasus curanmor tertinggi. Dashboard ini turut menyajikan hasil pemetaan yang menggambarkan distribusi kasus secara visual. Di samping itu, nilai  $k$  terbaik untuk proses clustering ditentukan menggunakan metode SSE dan divisualisasikan melalui grafik elbow pada halaman yang sama.

#### d. Halaman Master Data Kecamatan

The table is titled "Daftar Kecamatan Kabupaten Probolinggo". It shows a list of five kecamatan with their names: Bantaran, Banyuanyar, Besuk, Dringu, and Gading. Each row has a checkbox in the first column and two icons in the "Action" column (green checkmark and red square).

	No	Nama Kecamatan	Action
<input type="checkbox"/>	1	Bantaran	
<input type="checkbox"/>	2	Banyuanyar	
<input type="checkbox"/>	3	Besuk	
<input type="checkbox"/>	4	Dringu	
<input type="checkbox"/>	5	Gading	

Gambar 4.16 Halaman Master Kecamatan



Selanjutnya, penulis menampilkan gambar halaman data kecamatan dan halaman tambah data kecamatan. Halaman ini menampilkan daftar kecamatan yang berada di Kabupaten Probolinggo, di mana data tersebut diambil langsung dari tabel *kecamatans*. Admin memiliki akses penuh untuk mengelola data kecamatan yang ada pada sistem ini. Pengelolaan tersebut mencakup kemampuan untuk melihat, menambahkan, memperbarui, dan menghapus data kecamatan sesuai kebutuhan. Untuk menambahkan data baru, tersedia halaman khusus bernama tambah kecamatan yang dirancang secara sederhana dan mudah digunakan. Dengan fitur ini, admin dapat memastikan bahwa informasi kecamatan selalu terkini dan lengkap.

#### e. Halaman Master Data Klaster

The screenshot shows a table with the following data:

Id	Nama Klaster	Warna	Action
1	Aman	#27AE60	
2	Sedang	#F1C40F	
3	Rawan	#E74C3C	

Gambar 4.17 Halaman Master Kkaster

The screenshot shows the 'Tambah Klaster Baru' (Add New Cluster) form. It has a search bar at the top right. Below it, there are two input fields: 'Nama Klaster' (Cluster Name) and 'Pilih Warna' (Select Color). A color picker is shown with a black square. At the bottom are two buttons: 'Tambah Klaster' (Add Cluster) in blue and 'Reset' in red.

Selanjutnya, penulis menampilkan gambar halaman data klaster dan halaman tambah data klaster. Halaman ini menampilkan daftar klaster yang diambil dari tabel *klasters* dan digunakan untuk mengelompokkan wilayah berdasarkan hasil analisis. Admin dapat mengelola data klaster yang ada, seperti melihat, mengubah, maupun menghapus informasi yang sudah tersimpan. Selain itu, tersedia juga halaman tambah klaster yang memungkinkan admin untuk menambahkan data klaster baru. Pada halaman tersebut, admin cukup mengisikan nama klaster serta memilih warna yang akan digunakan untuk merepresentasikan klaster tersebut. Fitur ini bertujuan untuk mempermudah proses pengelompokan dan visualisasi data pada sistem.

#### f. Halaman Master Data Curas

The screenshot shows the 'Daftar Kasus Pencurian Dengan Kekerasan (CURAS)' (List of Cases of Robbery with Violence) page. It has a search bar at the top right. Below it, there is a message: 'Berikut ini merupakan data kasus Pencurian Dengan Kekerasan (CURAS) pada masing masing kecamatan di Kabupaten Probolinggo'. On the right, there is a blue button '+ Tambah Kasus Curas'. The main part is a table with columns: No, Nama Kecamatan, Jumlah Kasus Curas, and Klaster. The data is as follows:

No	Nama Kecamatan	Jumlah Kasus Curas	Klaster
1	Bantaran	11	Rawan
2	Tongas	3	Sedang
3	Wonomerto	2	Sedang
4	Gading	1	Aman
5	Gending	1	Aman

Gambar 4.18 Halaman Master Data Curas

Tanggal	Nama Kecamatan	Tambahan Kasus Curas	Total Curas Per Kecamatan	Batalkan Update Kasus
06 May 2025	Bantaran	10	11	
	Bantaran	1	11	

Selanjutnya, penulis menampilkan halaman data kasus curas, halaman tambah data curas, serta halaman detail kasus curas. Pada halaman data curas, ditampilkan daftar kasus pencurian dengan kekerasan (curas) di setiap kecamatan yang datanya diambil dari tabel *curas*. Daftar tersebut ditampilkan dengan urutan berdasarkan kecamatan dengan jumlah kasus tertinggi, sehingga mempermudah dalam mengidentifikasi wilayah yang paling rawan. Informasi ini memberikan gambaran umum tentang persebaran kasus curas di wilayah Kabupaten Probolinggo.

Pada halaman tambah kasus curas, admin dapat memasukkan data kasus curas terbaru dengan memilih nama kecamatan yang tersedia dan mengisikan jumlah kasus yang ingin ditambahkan. Sementara itu, halaman detail curas menampilkan informasi lebih rinci dari penambahan data yang dilakukan, yang dikelompokkan berdasarkan tanggal. Hal ini memungkinkan admin untuk melihat riwayat

penambahan data curas, termasuk tanggal perubahan dan jumlah tambahan kasus pada setiap entri.

#### g. Halaman Master Data Curanmor

The figure consists of three vertically stacked screenshots of a web-based application named 'KPROTECT'.

- Screenshot 1: Daftar Kasus Pencurian Kendaraan Bermotor (CURANMOR)**  
This screen shows a table of five rows, each representing a case in Kraksaan. The columns are labeled: No, Nama Kecamatan, Jumlah Kasus Curanmor, and Klaster. The data is as follows:

No	Nama Kecamatan	Jumlah Kasus Curanmor	Klaster
1	Kraksaan	37	Rawan
2	Dringu	22	Sedang
3	Maron	21	Sedang
4	Gending	18	Sedang
5	Tongas	15	Sedang

- Screenshot 2: Tambah Data Kasus Pencurian Kendaraan Bermotor (CURANMOR)**  
This screen is a form for adding new data. It has two input fields: 'Nama Kecamatan \*' (with a dropdown menu for selecting a kecamatan) and 'Jumlah Kasus Curanmor \*' (with a text input field). Below the form are two buttons: 'Tambah Data Kasus Curanmor' (blue) and 'Reset' (pink).
- Screenshot 3: Detail Kasus Curanmor Per Tanggal**  
This screen displays a table header with columns: Tanggal, Nama Kecamatan, Tambahan Kasus Curanmor, Total Curanmor Per Kecamatan, and Batalkan Update Kasus. The table body is currently empty.

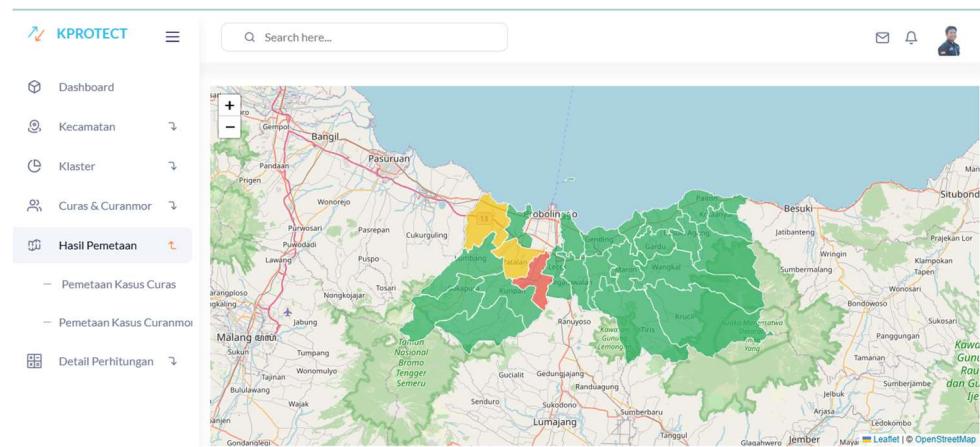
Gambar 4.19 Halaman Master Data Curanmor

Berikutnya, penulis menampilkan tampilan halaman data curanmor, halaman untuk menambahkan data curanmor, serta halaman detail kasus curanmor. Di

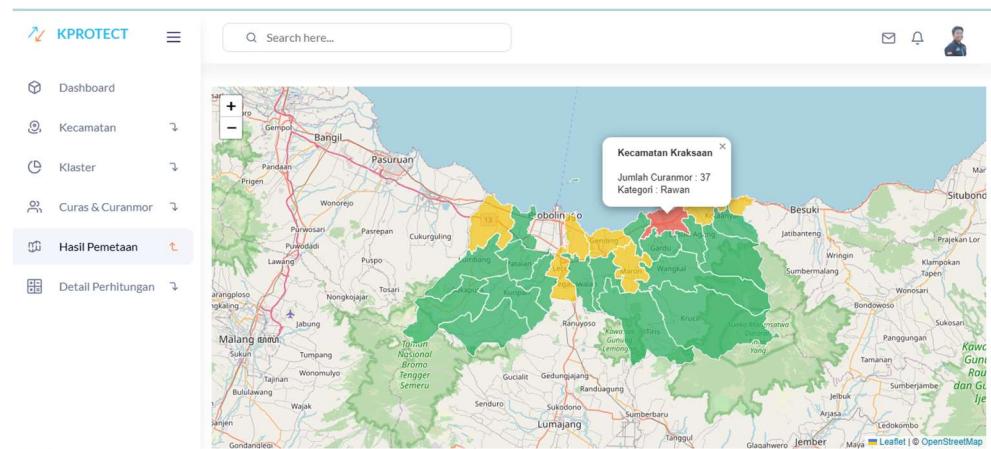
halaman data curanmor, ditampilkan informasi mengenai jumlah kasus pencurian kendaraan bermotor di tiap kecamatan, yang sumber datanya berasal dari tabel *curanmors*. Penyajian data dilakukan dengan mengurutkan kecamatan berdasarkan jumlah kasus terbanyak, sehingga memudahkan dalam mengenali daerah yang memiliki tingkat kerawanan curanmor tertinggi di wilayah Kabupaten Probolinggo.

Pada halaman tambah data curanmor, admin dapat memasukkan data kasus baru dengan cara memilih kecamatan yang diinginkan dan menginput jumlah kasusnya. Sementara itu, pada halaman detail curanmor, ditampilkan rincian penambahan data kasus yang dikelompokkan menurut tanggal penambahan. Terdapat informasi waktu perubahan data serta jumlah penambahannya.

#### h. Halaman Hasil Pemetaan

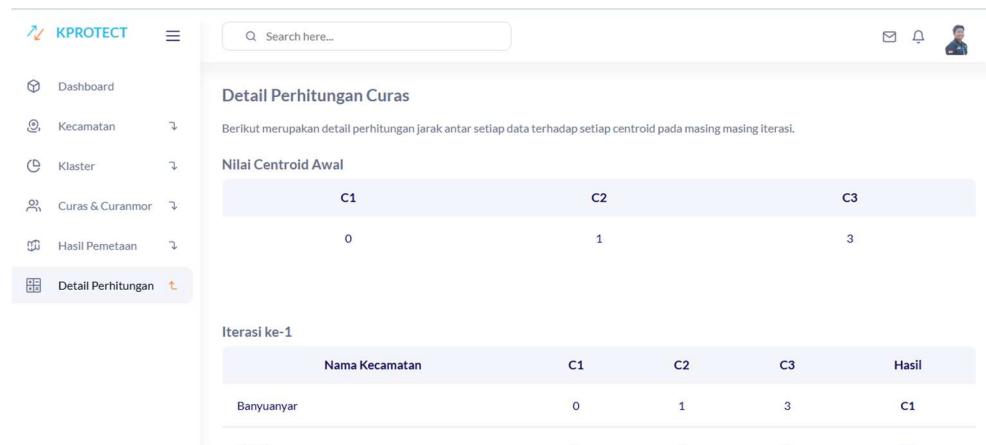


Gambar 4.20 Halaman Hasil Pemetaan



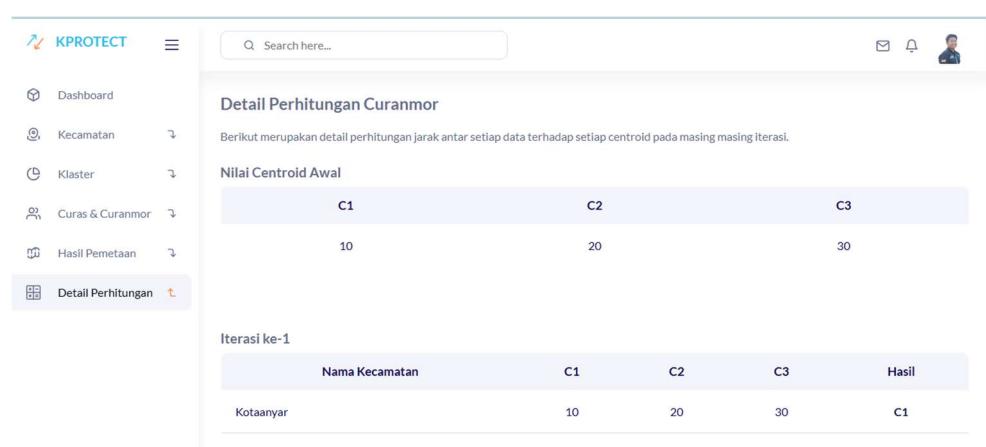
Penulis menampilkan halaman hasil pemetaan yang terdiri dari pemetaan kasus curas dan pemetaan kasus curanmor. Tampilan pemetaan ini menggunakan warna berbeda sesuai dengan kategori yang ditentukan berdasarkan data yang terdapat pada tabel klaster. Warna-warna tersebut digunakan untuk membedakan tingkat kerawanan di masing-masing kecamatan. Saat pengguna mengklik salah satu wilayah pada peta, akan muncul informasi detail yang berisi nama kecamatan, jumlah kasus curas atau curanmor, serta kategori klaster yang dimiliki wilayah tersebut. Hal ini memudahkan pengguna dalam memahami sebaran dan tingkat kerawanan kejahatan di Kabupaten Probolinggo secara visual.

#### i. Halaman Detail Perhitungan



Nama Kecamatan	C1	C2	C3	Hasil
	Banyuanyar	0	1	3

Gambar 4.21 Halaman Detail Perhitungan K-Means



Nama Kecamatan	C1	C2	C3	Hasil
	Kotaanyar	10	20	30

Selanjutnya, penulis menampilkan halaman detail perhitungan K-Means untuk kasus curas dan curanmor. Halaman ini memberikan gambaran lengkap mengenai proses pengelompokan data berdasarkan algoritma K-Means. Di bagian

awal halaman, ditampilkan centroid awal yang dipilih secara acak dari data yang tersedia. Informasi ini penting karena menjadi titik awal dalam menentukan kelompok atau klaster. Selanjutnya, pengguna dapat melihat proses perhitungan jarak antara setiap data terhadap semua centroid pada setiap iterasi. Dari proses ini, data akan dikelompokkan ke dalam klaster yang memiliki jarak terdekat. Setiap iterasi yang terjadi akan ditampilkan hingga hasilnya tidak mengalami perubahan lagi.

#### **4.5 Pengujian**

Setelah menyelesaikan tahap pengembangan sistem, web sistem informasi geografis pemetaan daerah rawan curas dan curanmor di Kabupaten Probolinggo sudah terlihat dan sudah bisa digunakan. Namun, sebelum digunakan oleh pengguna, penting untuk dilakukan pengujian terlebih dahulu, agar ketika web tersebut digunakan oleh pengguna, sudah sesuai dengan kebutuhan penggunanya. Berikut dua macam pengujian yang dilakukan kepada sistem tersebut.

##### **4.5.1 Black Box Testing**

Pengujian pertama sebelum digunakan oleh pengguna, perlu di uji oleh pakar IT dalam hal ini penulis memilih mahasiswa yang sedang menempuh studi di rumpun Infomatika agar pengujian yang dilakukan berpedoman pada syarat dan standar sistem yang seharusnya. Sebelum memulai pengujian *black box* penulis terlebih dahulu telah menyiapkan skenario pengujian yang berpedoman dengan kebutuhan pengguna, baik dari sisi admin maupun dari sisi pengunjung web.

##### **4.5.2 User Acceptance Testing**

Pada tahap ini, dilakukan pengujian *User Acceptance Test/UAT* kepada para responden untuk menilai kelayakan dan pengalaman pengguna pada sistem. Responden dibagi ke dalam dua golongan berdasarkan hak akses pengguna. Responden golongan I merupakan pengunjung situs web yang hanya memiliki akses untuk melihat halaman utama yang menampilkan hasil *clustering*. Sementara itu, responden golongan II terdiri atas pihak dari Polres Probolinggo yang memiliki hak akses sebagai *admin* dan dapat mengakses seluruh fitur pada sistem.

Jumlah responden pada golongan I sebanyak 29 orang, dengan detail 17 responden berdomisili di wilayah Kabupaten Probolinggo dan 12 responden tidak berdomisili di wilayah Kabupaten Probolinggo. Responden yang berdomisili di wilayah Kabupaten Probolinggo berasal dari 13 kecamatan di wilayah Kabupaten Probolinggo atau 54% dari total kecamatan yang ada di Kabupaten Probolinggo. Tiga belas kecamatan tersebut antara lain : Leces, Tegalsiwalan, Bantaran, Gading, Gending, Kotaanyar, Kraksaan, Krenjengan, Krucil, Lumbang, Paiton, Tongas, dan Wonomerto. Sedangkan untuk responden golongan II penyebaran lembar pengujian menggunakan platform *Google Form*. Pada, dengan jumlah responden sebanyak 1 orang. Untuk pihak kepolisian, pengujian dilakukan oleh PS Kaurmintu Satreskrim Polres Probolinggo.

*UAT* terdiri atas 16 pertanyaan untuk responden golongan I dan 25 pertanyaan untuk responden golongan II dan disertai dengan lima kategori jawaban, sebagaimana tercantum dalam lampiran 8 dan Lampiran 9. Kelima kategori tersebut meliputi :

- a. sangat setuju (poin 5)
- b. setuju (poin 4)
- c. netral (poin 3)
- d. tidak setuju (poin 2)
- e. sangat tidak setuju (poin 1)

Tanggapan dari para responden kemudian diolah menggunakan metode perhitungan skala *Likert*. Skala ini digunakan untuk mengukur tingkat penerimaan dan kepuasan pengguna terhadap sistem yang telah dikembangkan. Hasil dari skor atau persentase akhir perhitungan skala *likert* dapat diartikan berdasarkan parameter berikut :

- a. 0–19%: Sangat Tidak Setuju

Menunjukkan bahwa responden sangat tidak menyetujui atau tidak puas terhadap fitur atau aspek yang diuji.

- b. 20–39%: Tidak Setuju

Mengindikasikan bahwa responden cenderung tidak menyetujui atau kurang puas terhadap fitur atau aspek tersebut.

c. 40–59%: Netral

Menunjukkan bahwa responden berada di posisi tengah, tidak condong pada sikap setuju maupun tidak setuju.

d. 60–79%: Setuju

Menunjukkan bahwa responden cukup menyetujui atau merasa puas terhadap fitur atau aspek yang disajikan.

e. 80–100%: Sangat Setuju

Menandakan bahwa responden sangat menyetujui dan merasa sangat puas terhadap fitur atau aspek yang diuji.

Hasil dari pengujian *UAT* yang dilakukan kepada responden golongan I dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.20 Penilaian UAT

Kode Pertanyaan	Jumlah Responden Setiap Kategori Penilaian					Total Nilai	Nilai Maksimum	Skor (%)
	SS	S	N	TS	STS			
P1	12	13	4	0	0	124	145	85,51724
P2	15	12	0	2	0	127	145	87,58621
P3	21	7	1	0	0	136	145	93,7931
P4	7	13	9	0	0	114	145	78,62069
P5	8	18	1	2	0	119	145	82,06897
P6	24	4	1	0	0	139	145	95,86207
P7	20	9	0	0	0	136	145	93,7931
P8	16	13	0	0	0	132	145	91,03448
P9	18	10	1	0	0	133	145	91,72414
P10	19	6	4	0	0	131	145	90,34483

P11	15	14	0	0	0	131	145	90,34483
P12	19	8	2	0	0	133	145	91,72414
P13	14	12	3	0	0	127	145	87,58621
P14	21	7	1	0	0	136	145	93,7931
P15	21	6	2	0	0	135	145	93,10345
P16	14	13	2	0	0	128	145	88,27586
<b>TOTAL</b>	<b>264</b>	<b>165</b>	<b>31</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>2081</b>	<b>2320</b>	<b>89,69828</b>

Berdasarkan tabel hasil pengujian *User Acceptance Test (UAT)*, terdapat 15 dari 16 pertanyaan yang memperoleh skor pada rentang 80–100%, yang termasuk dalam kategori "Sangat Setuju". Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar aspek yang diuji telah dinilai sangat memuaskan oleh para responden. Sementara itu, satu pertanyaan memperoleh skor sebesar 78,62%, yang berada pada kategori "Setuju", yang berarti masih terdapat sedikit ruang untuk peningkatan pada aspek tersebut. Secara keseluruhan, rata-rata skor dari hasil UAT mencapai 89,69%, yang berada dalam kategori "Sangat Setuju". Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penilaian dari 29 responden menunjukkan tingkat kepuasan yang sangat tinggi terhadap sistem web yang telah dikembangkan.

Hasil dari pengujian *UAT* yang dilakukan kepada responden golongan II atau kepada pihak Polres Probolinggo dapat dilihat pada tabel berikut.

Kode Pertanyaan	Jumlah Responden Setiap Kategori Penilaian					Total Nilai	Nilai Maksimum	Skor (%)
	SS	S	N	TS	STS			
P1	1	0	0	0	0	5	5	100
P2	1	0	0	0	0	5	5	100
P3	1	0	0	0	0	5	5	100
P4	0	0	0	1	0	2	5	40
P5	0	0	0	1	0	2	5	40
P6	1	0	0	0	0	5	5	100
P7	1	0	0	0	0	5	5	100

P8	0	1	0	0	0	4	5	80
P9	0	1	0	0	0	4	5	80
P10	1	0	0	0	0	5	5	100
P11	0	1	0	0	0	4	5	80
P12	1	0	0	0	0	5	5	100
P13	1	0	0	0	0	5	5	100
P14	1	0	0	0	0	5	5	100
P15	1	0	0	0	0	5	5	100
P16	0	1	0	0	0	4	5	80
P17	0	1	0	0	0	4	5	80
P18	0	1	0	0	0	4	5	80
P19	0	0	0	1	0	2	5	40
P20	0	1	0	0	0	4	5	80
P21	1	0	0	0	0	5	5	100
P22	1	0	0	0	0	5	5	100
P23	1	0	0	0	0	5	5	100
P24	1	0	0	0	0	5	5	100
P25	0	1	0	0	0	4	5	80
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>108</b>	<b>125</b>	<b>86,4</b>

Berdasarkan tabel hasil pengujian *User Acceptance Test (UAT)*, dari total 25 pertanyaan kepada responden golongan II, terdapat 22 pertanyaan yang memperoleh skor pada rentang 80–100%, yang termasuk dalam kategori "Sangat Setuju". Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar aspek yang diuji telah dinilai sangat memuaskan oleh para responden. Sementara itu, terdapat 3 pertanyaan memperoleh skor sebesar 40% dan berada pada kategori "netral". Secara keseluruhan, rata-rata skor dari hasil UAT dari responden golongan II atau pihak Polres Probolinggo mencapai 86,4%, yang berada dalam kategori "Sangat Setuju". Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penilaian dari pihak Kepolisian Resort Kabupaten Probolinggo menunjukkan tingkat kepuasan yang sangat tinggi terhadap seluruh fitur pada sistem web yang telah dikembangkan.

Selain itu, pada kuisioner *UAT* penulis juga menanyakan terkait jumlah klaster atau kategori yang bisa dengan mudah bagi pengguna untuk memahaminya. Hasilnya 18 dari 30 responden termasuk pihak kepolisian atau 58,6% memilih 3 klaster, kemudian 6 responden memilih 4 klaster, dan 6 responden lainnya memilih 5 klaster. Sehingga dapat disimpulkan mayoritas responden lebih memahami jika terdapat 3 klaster, dengan kategori rawan, sedang, dan aman.

#### 4.6 Analisis dan Pembahasan

Penentuan jumlah klaster yang optimal merupakan langkah krusial dalam penerapan algoritma K-Means. Berdasarkan hasil pengujian terhadap data curas, diperoleh bahwa selisih nilai SSE tertinggi terjadi antara jumlah klaster  $k = 2$  dan  $k = 3$ , dengan nilai sebesar 2,59. Penurunan yang signifikan ini menjadi indikator kuat bahwa penambahan klaster dari dua ke tiga memberikan peningkatan akurasi pengelompokan. Bentuk siku yang jelas pada nilai  $k = 3$  pada grafik *Elbow* mengonfirmasi bahwa titik tersebut merupakan nilai optimal, karena setelahnya penurunan nilai SSE menjadi tidak signifikan. Oleh karena itu, nilai  $k = 3$  dianggap sebagai jumlah klaster terbaik untuk data curas.

Hasil yang serupa juga ditemukan pada pengujian data curanmor. Selisih SSE tertinggi tercatat sebesar 356,666 yang terjadi saat peningkatan klaster dari  $k = 2$  menjadi  $k = 3$ . Penurunan tajam ini menunjukkan bahwa proses pembentukan klaster menjadi lebih representatif terhadap pola data yang sebenarnya. Grafik *Elbow* memperlihatkan adanya sudut siku yang jelas di titik  $k = 3$ , yang mengindikasikan bahwa efektivitas pengelompokan mencapai puncaknya pada titik tersebut. Setelah nilai  $k = 3$ , penurunan SSE menjadi relatif kecil sehingga tidak memberikan kontribusi signifikan terhadap hasil klasterisasi. Dengan demikian, nilai  $k = 3$  juga dipilih sebagai jumlah klaster optimal untuk kasus curanmor.

Temuan ini selaras dengan beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dan dijadikan sebagai pedoman dalam penelitian ini. Seperti penelitian yang dilakukan oleh (Maori & Evanita, 2023) yang menerapkan metode *Elbow* untuk menentukan nilai  $k$  atau jumlah klaster yang paling optimal. Pada penelitian yang dilakukan Maori mendapatkan nilai  $k=3$ , dikarenakan selisih nilai SSE antara

$k=3$  dengan  $k=2$  merupakan selisih yang terbesar. Hal tersebut sama halnya dengan penelitian yang dilakukan penulis yaitu menghasilkan nilai  $k=3$  sebagai jumlah klaster yang optimal untuk *clustering* pada masing-masing data kasus curas dan curanmor. Selain sejalan dengan penelitian terdahulu, pemilihan nilai  $k=3$  juga sejalan dengan hasil pengujian *User Acceptance Testing* (UAT) yang menyatakan 18 dari 30 responden atau 58,6% memilih 3 klaster atau  $k=3$  karena lebih mudah untuk dipahami.

Hasil penentuan klaster optimal yang diperoleh melalui pengujian SSE dan *Elbow Method* mendukung alasan penulis dalam memilih judul penelitian yang berfokus pada implementasi *K-Means* dalam Web GIS untuk pemetaan daerah rawan curas dan curanmor di wilayah Probolinggo. Dengan membedakan kasus berdasarkan jenis kriminalitas dan menentukan jumlah klaster yang paling tepat, pendekatan ini diharapkan mampu menghasilkan visualisasi spasial yang lebih akurat dan informatif. Selain itu dengan samanya nilai  $k$  antara metode *Elbow* dan hasil UAT diharapkan pemahaman masyarakat akan tingkat kerawanan daerah terhadap curas dan curanmor semakin meningkat dan semakin merasa lebih waspada.

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

#### 1. Penerapan Algoritma K-Means dengan Jarak Manhattan

Penelitian ini berhasil menerapkan algoritma K-Means clustering dengan menggunakan perhitungan jarak menggunakan persamaan *manhattan* satu dimensi untuk mengelompokkan tingkat kerawanan kasus curas dan curanmor di Kabupaten Probolinggo. Pendekatan ini dipilih karena sesuai dengan karakteristik data dan lebih efisien dalam menghitung jarak absolut antar nilai. Proses perhitungan dilakukan secara otomatis dalam sistem berbasis web GIS, yang memudahkan dalam pengelompokan data dan integrasinya ke dalam tampilan peta.

#### 2. Penentuan Nilai K Optimal dengan Metode Elbow dan SSE

Berdasarkan hasil perhitungan SSE (Sum of Squared Errors) dan analisis elbow method, diperoleh bahwa nilai  $k$  optimal untuk kedua kasus, baik curas maupun curanmor adalah  $k = 3$ . Hal ini didasarkan pada selisih nilai SSE tertinggi yang signifikan antara  $k = 2$  dan  $k = 3$ , serta bentuk sudut siku pada grafik elbow yang menunjukkan penurunan SSE tidak lagi signifikan setelah  $k = 3$ . Hasil ini mendukung bahwa tiga klaster merupakan jumlah optimal dalam proses pengelompokan data.

#### 3. Visualisasi Hasil Clustering dalam Peta Web GIS

Sistem berhasil memvisualisasikan hasil clustering ke dalam peta wilayah Kabupaten Probolinggo menggunakan web GIS. Masing-masing kecamatan diberi warna berdasarkan hasil klastering aman, sedang, atau rawan sehingga pengguna dapat dengan mudah mengidentifikasi tingkat kerawanan wilayah terhadap kasus curas dan curanmor. Visualisasi ini memberi kemudahan bagi pihak terkait, seperti aparat keamanan atau pemerintah daerah, untuk merancang strategi pencegahan yang tepat sasaran.

#### 4. Hasil Clustering Kasus Curas dan Curanmor

Hasil pengelompokan menunjukkan perbedaan distribusi kerawanan antara kasus curas dan curanmor. Untuk kasus Curas menghasilkan 3 klaster: Klaster Rawan (1 kecamatan: Tongas), Klaster Sedang (4 kecamatan: Gading, Gending, Sumberasih, Wonomerto), dan Klaster Aman (19 kecamatan lainnya).

Sedangkan pada kasus Curanmor juga menghasilkan 3 klaster: Klaster Rawan (1 kecamatan: Kraksaan), Klaster Sedang (6 kecamatan: Dringu, Gending, Leces, Maron, Paiton, Tongas), dan Klaster Aman (17 kecamatan lainnya). Perbedaan ini menunjukkan bahwa tingkat kerawanan tidak selalu sama antar kasus kejahatan, sehingga penting untuk melakukan pemetaan berdasarkan jenis kejahatannya masing-masing.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, terdapat beberapa saran untuk penelitian selanjutnya, antara lain :

1. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan penggunaan algoritma *clustering* selain k-means, dikarenakan ketika penulis menjalankan algoritma k-means beberapa kali untuk data dan nilai k yang sama, namun dengan centroid awal yang benar benar acak , hasil akhir anggota clusteringnya berbeda-beda .
2. Variabel data yang digunakan untuk penelitian selanjutnya bisa lebih detail, seperti pemetaan kerawanan kasus curas dan curanmor pada setiap desa di Kabupaten Probolinggo, beserta penambahan titik Lokasi terjadinya tindak pidana curas maupun curanmor.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alifah, R. F. N., & Fauzan, A. C. (2023). Implementasi Algoritma K-Means Clustering Berbasis Jarak Manhattan untuk Klasterisasi Konsentrasi Bidang Mahasiswa. *ILKOMNIKA: Journal of Computer Science and Applied Informatics*, 5(1), 31–41. <https://doi.org/10.28926/ilkomnika.v5i1.542>
- Andrea Santana Adzani. (2022). Klastering Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan Menggunakan Metode K-Means Berbasis Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus Di Kabupaten Jember). *Science*, 7(1), 1–8.
- Anisah, N., & Puspasari, R. (2024). Sistem Informasi Kuesioner Materi Pembelajaran SMP Swasta Generasi Bangsa Martubung Menggunakan Skala Likert. *Jurnal JUREKSI (Jurnal Rekayasa Sistem)*, 2(2), 604–616.
- Apriliana, & Haris R, D. (2022). Pemetaan Daerah Rawan Kriminalitas pada Wilayah Hukum Polres Cirebon Kota Tahun 2018-2021. *Seminar Nasional Dan Diseminasi Tugas Akhir*, 2022.
- Ardiansyah, Y., & Harjono, H. (2021). Sistem Informasi Geografis Kriminalitas di Kabupaten Cilacap. *Sainteks*, 17(2), 125. <https://doi.org/10.30595/sainteks.v17i2.9160>
- BPS. (2023). Statistik Kriminal. *Badan Pusat Statistik*, 021, 1–62. <https://www.bps.go.id/id/publication/2023/12/12/5edba2b0fe5429a0f232c736/statistik-kriminal-2023.html>
- BPS Kab Probolinggo. (2024). *Kabupaten Probolinggo Dalam Angka 2024*.
- Cahya, F. N., Yudi Mahatma, & Siti Rohmah Rohimah. (2023). Perbandingan Metode Perhitungan Jarak Euclidean dengan Perhitungan Jarak Manhattan pada K-Means Clustering Dalam Menentukan Penyebaran Covid di Kota Bekasi. *JMT: Jurnal Matematika Dan Terapan*, 5(1), 43–55. <https://doi.org/10.21009/jmt.5.1.5>
- Fitriastuti, F., Putri, A. E., Sunardi, A. K., & Hidayat, R. A. (2024). Analisis Website Siakad Universitas Janabadra Menggunakan Metode UAT. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi*, 5(1), 276–285.

- <https://doi.org/10.35957/jtsi.v5i1.6998>
- Maori, N. A., & Evanita, E. (2023). Metode Elbow dalam Optimasi Jumlah Cluster pada K-Means Clustering. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 14(2), 277–288. <https://doi.org/10.24176/simet.v14i2.9630>
- Miftahurrahmi, S., Amalita, N., & Mukhti, T. O. (2024). *DBSCAN Method in Clustering Provinces in Indonesia Based on Crime Cases in 2022*. 2(2010), 330–337. <https://doi.org/https://doi.org/10.24036/ujsds/vol2-iss3/203>
- Mintarsih, M. (2023). Pengujian Black Box Dengan Teknik Transition Pada Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web Dengan Metode Waterfall Pada SMC Foundation. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 5(1), 33–35. <https://doi.org/10.47233/jteksis.v5i1.727>
- Preddy, ..., Marpaung, P., Pebrian, I., & Putri, W. (2023). Penerapan Data Mining Untuk Pengelompokan Kepadatan Penduduk Kabupaten Deli Serdang Menggunakan Algoritma K-Means. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi (JIKOMSI)*, 6(2), 64–70.
- Rahayu, R. (2022). Jurnal Informatika dan Teknologi Informasi Jurnal Informatika dan Teknologi Informasi. *Jurnal Informatika Dan Teknologi Informasi*, 1(2), 98–103. <https://doi.org/10.56854/jt.v1i2.80>
- Riani, A. P., Voutama, A., & Ridwan, T. (2023). Penerapan K-Means Clustering Dalam Pengelompokan Hasil Belajar Peserta Didik Dengan Metode Elbow. *J-SISKO TECH (Jurnal Teknologi Sistem Informasi Dan Sistem Komputer TGD)*, 6(1), 164. <https://doi.org/10.53513/jsk.v6i1.7351>
- Risawandi, R., & Afrillia, Y. (2022). Geographic Information System Mapping Of Criminality Villed Areas In Lhokseumawe Using K-Means Method. *Journal of Informatics and Telecommunication Engineering*, 5(2), 442–451. <https://doi.org/10.31289/jite.v5i2.6265>
- Rohman, F. F. (2023). Sistem Informasi Geografis Tingkat Kriminalitas Kota Jember Menggunakan Metode K-Means. In *Politeknik Negeri Jember*.
- Rumariana, A., & Arifin, M. (2022). Kepuasan Pengguna Aplikasi Geographic Information System (GIS) Stunting. *Prosiding University Research*

- Colloquium*, 28–36. <http://stunting.sipandawa.com>
- Suryani, T., Faisol, A., & Vendyansyah, N. (2021). Sistem Informasi Geografis Pemetaan Kerusakan Jalan Di Kabupaten Malang Menggunakan Metode K-Means. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 5(1), 380–388. <https://doi.org/10.36040/jati.v5i1.3259>
- Umar, T. L. (2021). Perancangan Sistem Informasi Geografi Tempat Bersalin Berbasis Mobile. *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Perangkat Lunak (JATIKA)*, 2(2), 221–229. <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/informatika>
- Wijaya, T. A., Utami, E., & Al Fatta, H. (2024). Perbandingan Algoritma DBSCAN dan K-Means Clustering untuk Pengelompokan Data Gangguan PT. PLN UID Kalselteng. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(1), 8846–8854. <https://j-innovative.org/index.php/Innovative/article/view/8920>

**LAMPIRAN**

**DATA KASUS CURANMOR DAN CURAS  
YANG TERJADI DI WILAYAH KAB. PROBOLINGGO  
PERIODE TAHUN 2021 – 2024**

NO	KESATUAN	2024				KET	
		CURANMOR		CURAS			
		LAPOR	SELESAI	LAPOR	SELESAI		
1	POLSEK LUMBANG	1	0	0	0		
2	POLSEK SUKAPURA	0	0	0	0		
3	POLSEK BANTARAN	5	3	0	0		
4	POLSEK KURIPAN	2	0	0	0		
5	POLSEK SUMBER	1	0	0	0		
6	POLSEK LECES	13	6	0	0		
7	POLSEK TEGALSIWALAN	1	0	0	0		
8	POLSEK BANYUANYAR	4	0	0	0		
9	POLSEK DRINGU	22	12	0	0		
10	POLSEK MARON	21	15	0	0		
11	POLSEK GENDING	18	13	1	0		
12	POLSEK PAJARAKAN	10	1	0	0		
13	POLSEK KRAKSAAN	37	22	0	0		
14	POLSEK BESUK	2	0	0	0		
15	POLSEK GADING	4	1	1	1		
16	POLSEK KREJENGAN	9	5	0	0		
17	POLSEK KOTAANYAR	0	0	0	0		
18	POLSEK PAITON	14	7	0	0		
19	POLSEK PAKUNIRAN	4	2	0	0		
20	POLSEK TIRIS	2	0	0	0		
21	POLSEK KRUCIL	3	1	0	0		
22	POLSEK SUMBERASIH	10	8	0	0		
23	POLSEK TONGAS	15	10	3	1		
24	POLSEK WONOMERTO	4	2	2	1		
JUMLAH		173	88	2	1		

LAMPIRAN 1 Data Kasus Curas dan Curanmor POlres Probolinggo

Kode Dokumen : FR-AUK-024  
Revisi : 0



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

Jalan Mastrap Jember Kotak Pos 164, 68101 Telp.(0331) 333532-34 Faks 333531  
Email : [politeknik@polije.ac.id](mailto:politeknik@polije.ac.id) Website : <https://www.polije.ac.id>

Nomor : 10007 / PL17 / PP / 2024

25 JUN 2024

Perihal : Permohonan Ijin Survei dan Pengambilan Data

Kepada Yth.

Pimpinan Kepolisian Resort Probolinggo  
Jalan Panglima Sudirman No. 2, Kec. Pajarakan, Kab Probolinggo, Jawa Timur 67281  
Di

Tempat

Dalam rangka penyelenggaraan pendidikan Politeknik Negeri Jember yang berorientasi pada pendidikan profesional, mahasiswa wajib melaksanakan Tugas Akhir / Skripsi sebagai salah satu syarat kelulusan.

Sehubungan dengan hal tersebut mohon Bapak / Ibu berkenan mengijinkan mahasiswa kami dari **Program Studi Sarjana Terapan - Teknik Informatika** melakukan survei guna mendapatkan data dan informasi yang kompeten sesuai dengan bidang kajiannya di Instansi / perusahaan yang Bapak / Ibu pimpin.

Adapun mahasiswa yang dimaksud adalah :

Nama Mahasiswa	NIM	Judul Skripsi
Daffa Fauzi Rahman	E41211408	Sistem Informasi Geografis Pemetaan Daerah Rawan Begal di Kabupaten Probolinggo Dengan Metode K-Means

Konfirmasi kesediaan Bapak/Ibu untuk menerima ijin survey mahasiswa kami dapat disampaikan pada **Sdra. Hermawan Arief Putranto,ST.,MT.** dengan no Hp. 081252465655 selaku Koordinator Bidang Tugas Akhir/Skripsi Program Studi Sarjana Terapan - Teknik Informatika Politeknik Negeri Jember.

Demikian atas kebijakan dan kerjasama yang baik dari Bapak/Ibu dalam turut serta menunjang peningkatan keterampilan anak didik kami, diucapkan terima kasih.



Smart. Innovative. Professional



LAMPIRAN 2 Surat Izin Penelitian



LAMPIRAN 3 Serah Terima Data dari Polres PRobolinggo



LAMPIRAN 4 Penyerahan Surat dan Sertifikat dari Polres



LAMPIRAN 5 Sertifikat Selesai Penelitian

KEPOLISIAN NEGARA REPUBLIK INDONESIA  
DAERAH JAWA TIMUR  
RESOR PROBOLINGGO



SURAT KETERANGAN  
Nomor : B/Sket - 24 //KEP./2025

I. Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : HERI SUSANTO HS, S.H., M.A.P.  
Pangkat/Nrp : KOMPOL / 71010458  
Jabatan : KABAG SDM  
Kesatuan : POLRES PROBOLINGGO

II. Dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : DAFFA FAUZI RAHMAN  
NIM : E41211408  
Jurusan : Teknik Informatika  
Fakultas : Teknologi Informasi  
Universitas : Politeknik Negeri Jember

Telah melaksanakan Penelitian dan Dokumentasi di Polres Probolinggo terhitung mulai tanggal 25 Juli 2024 – 30 Januari 2025.

III. Demikian surat Keterangan ini kami buat dengan sebenarnya dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



LAMPIRAN 6 Surat Selesai Penelitian



LAMPIRAN 7 Pengujian Sistem Oleh Polres

---

Pertanyaan	
1	Seberapa setuju Anda dengan pernyataan bahwa Ketika Anda pertama kali membuka website ini, Anda langsung bisa memahami tujuan dari web ini ?
2	Setelah membaca penjelasan tentang Curas & Curanmor, Seberapa paham Anda memahami perbedaan antara curas dan curanmor?
3	Menurut Anda seberapa penting atau relevan informasi tentang curas dan curanmor ini untuk diketahui
4	Setelah membaca penjelasan di website ini, Seberapa paham Anda terhadap K-Means dan bagaimana K-Means digunakan pada web ini?
5	Seberapa setuju Anda dengan pernyataan bahwa penjelasan k-means sudah cukup sederhana dan tidak terlalu teknis
6	Seberapa paham Anda memahami arti warna-warna pada peta?
7	Menurut Anda seberapa bermanfaat peta ini dalam membantu untuk memahami tingkat kejahatan di berbagai kecamatan
8	Seberapa setuju anda bahwa peta ini mudah digunakan, baik di desktop maupun di ponsel?
9	Menurut Anda apakah informasi yang Anda butuhkan mudah ditemukan dalam satu halaman?
10	Seberapa setuju Anda dengan pernyataan bahwa tombol-tombol seperti “Cek Daerahmu”, “Curas”, atau “Curanmori” mudah ditemukan dan dimengerti fungsinya?
11	Seberapa setuju Anda dengan pernyataan tampilannya tetap rapi dan mudah digunakan jika diakses dari perangkat seluler (HP)
12	Apakah menurut Anda tampilan halaman ini menarik dan mudah dipahami?
13	Apakah warna dan font yang digunakan membuat Anda nyaman saat membaca?
14	Apakah bahasa yang digunakan mudah dimengerti?
15	Seberapa setuju Anda dengan pernyataan bahwa secara keseluruhan website ini bermanfaat
16	Seberapa puas Anda atas Website Gisbegal ini

---

---

### **A. Pengujian Untuk Akses Pengguna dan Admin**

- Seberapa setuju Anda dengan pernyataan bahwa Ketika Anda pertama kali membuka website ini, Anda langsung bisa memahami tujuan dari web ini ?
- 1 Setelah membaca penjelasan tentang Curas & Curanmor, Seberapa paham Anda memahami perbedaan antara curas dan curanmor?
  - 3 Menurut Anda seberapa penting atau relevan informasi tentang curas dan curanmor ini untuk diketahui
  - 4 Setelah membaca penjelasan di website ini, Seberapa paham Anda terhadap K-Means dan bagaimana K-Means digunakan pada web ini?
  - 5 Seberapa setuju Anda dengan pernyataan bahwa penjelasan k-means sudah cukup sederhana dan tidak terlalu teknis
  - 6 Seberapa paham Anda memahami arti warna-warna pada peta?
  - 7 Menurut Anda seberapa bermanfaat peta ini dalam membantu untuk memahami tingkat kejahatan di berbagai kecamatan
  - 8 Seberapa setuju anda bahwa peta ini mudah digunakan, baik di desktop maupun di ponsel?
  - 9 Menurut Anda apakah informasi yang Anda butuhkan mudah ditemukan dalam satu halaman?
  - 10 Seberapa setuju Anda dengan pernyataan bahwa tombol-tombol seperti “Cek Daerahmu”, “Curas”, atau “Curanmor”, dll mudah ditemukan dan dimengerti fungsinya?

### **B. Pengujian Untuk Akses Admin**

- Seberapa mudah Anda memahami struktur menu di dashboard admin (seperti menu Kecamatan, Klaster, Curas & Curanmor, Hasil Pemetaan, dll)?
- 2 Seberapa jelas dan mudah dipahami tampilan dari ringkasan data data utama yang ada pada halaman dashboard
  - 3 Seberapa mudah Anda bisa memahami data seperti kecamatan dan klaster pada masing masing halaman tersebut
  - 4 Seberapa setuju Anda jika proses untuk menambah, mengedit, atau menghapus data (CRUD) untuk data kecamatan dan klaster sudah cukup mudah dilakukan?

- 5 Seberapa mudah Anda bisa memahami data Curas dan Curanmor pada masing masing halaman tersebut
- 6 Seberapa mudah Anda bisa memahami penambahan data Curas dan Curanmor pada halaman detail
- 7 Seberapa setuju Anda jika proses untuk menambah, mengedit, atau menghapus data (CRUD) untuk data Curas dan Curanmor sudah cukup mudah dilakukan?
- 8 Seberapa setuju Anda jika validasi atau notifikasi setelah menginput atau mengubah data sudah cukup membantu (misalnya: pesan sukses dan gagal)
- 9 Seberapa mudah Anda dalam memahami detail perhitungan k-means yang ada ?

### C. Pengujian Secara Keseluruhan

- 1 Seberapa setuju Anda dengan pernyataan tampilannya tetap rapi dan mudah digunakan jika diakses dari perangkat seluler (HP)
- 2 Apakah menurut Anda tampilan halaman ini menarik dan mudah dipahami?
- 3 Apakah warna dan font yang digunakan membuat Anda nyaman saat membaca?
- 4 Apakah bahasa yang digunakan mudah dimengerti?
- 5 Seberapa setuju Anda dengan pernyataan bahwa secara keseluruhan website ini bermanfaat
- 6 Seberapa puas Anda atas Website Gisbegal ini

---

LAMPIRAN 9 Pertanyaan UAT Responden Gol II

## LAMPIRAN 10 Perhitungan K-Means Curanmor

### Iterasi Pertama

Kecamatan	C1	C2	C3	Hasil
Bantaran	5,000	15,000	25,000	C1
Banyuanyar	6,000	16,000	26,000	C1
Besuk	8,000	18,000	28,000	C1
Dringu	12,000	2,000	8,000	C2
Gading	6,000	16,000	26,000	C1
Gending	8,000	2,000	12,000	C2
Kotaanyar	10,000	20,000	30,000	C1
Kraksaan	27,000	17,000	7,000	C3
Krenjengan	1,000	11,000	21,000	C1
Krucil	7,000	17,000	27,000	C1
Kuripan	8,000	18,000	28,000	C1
Leces	3,000	7,000	17,000	C1
Lumbang	9,000	19,000	29,000	C1
Maron	11,000	1,000	9,000	C2
Paiton	4,000	6,000	16,000	C1
Pakuniran	6,000	16,000	26,000	C1
Pajarakan	0,000	10,000	20,000	C1
Sukapura	10,000	20,000	30,000	C1
Sumber	9,000	19,000	29,000	C1
Sumberasih	0,000	10,000	20,000	C1
Tegalsiwalan	9,000	19,000	29,000	C1
Tiris	8,000	18,000	28,000	C1
Tongas	5,000	5,000	15,000	C1
Wonomerto	6,000	16,000	26,000	C1

## Iterasi Kedua

<b>Kecamatan</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>Hasil</b>
Bantaran	0,200	15,333	32,000	C1
Banyuanyar	1,200	16,333	33,000	C1
Besuk	3,200	18,333	35,000	C1
Dringu	16,800	1,667	15,000	C2
Gading	1,200	16,333	33,000	C1
Gending	12,800	2,333	19,000	C2
Kotaanyar	5,200	20,333	37,000	C1
Kraksaan	31,800	16,667	0,000	C3
Krenjengan	3,800	11,333	28,000	C1
Krucil	2,200	17,333	34,000	C1
Kuripan	3,200	18,333	35,000	C1
Leces	7,800	7,333	24,000	C2
Lumbang	4,200	19,333	36,000	C1
Maron	15,800	0,667	16,000	C2
Paiton	8,800	6,333	23,000	C2
Pakuniran	1,200	16,333	33,000	C1
Pajarakan	4,800	10,333	27,000	C1
Sukapura	5,200	20,333	37,000	C1
Sumber	4,200	19,333	36,000	C1
Sumberasih	4,800	10,333	27,000	C1
Tegalsiwalan	4,200	19,333	36,000	C1
Tiris	3,200	18,333	35,000	C1
Tongas	9,800	5,333	22,000	C2
Wonomerto	1,200	16,333	33,000	C1

Iterasi Ketiga (Terakhir)

<b>Kecamatan</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>Hasil</b>
Bantaran	1,353	12,167	32,000	C1
Banyuanyar	0,353	13,167	33,000	C1
Besuk	1,647	15,167	35,000	C1
Dringu	18,353	4,833	15,000	C2
Gading	0,353	13,167	33,000	C1
Gending	14,353	0,833	19,000	C2
Kotaanyar	3,647	17,167	37,000	C1
Kraksaan	33,353	19,833	0,000	C3
Krenjengan	5,353	8,167	28,000	C1
Krucil	0,647	14,167	34,000	C1
Kuripan	1,647	15,167	35,000	C1
Leces	9,353	4,167	24,000	C2
Lumbang	2,647	16,167	36,000	C1
Maron	17,353	3,833	16,000	C2
Paiton	10,353	3,167	23,000	C2
Pakuniran	0,353	13,167	33,000	C1
Pajarakan	6,353	7,167	27,000	C1
Sukapura	3,647	17,167	37,000	C1
Sumber	2,647	16,167	36,000	C1
Sumberasih	6,353	7,167	27,000	C1
Tegalsiwalan	2,647	16,167	36,000	C1
Tiris	1,647	15,167	35,000	C1
Tongas	11,353	2,167	22,000	C2
Wonomerto	0,353	13,167	33,000	C1

**LAMPIRAN 11 Pehitungan K-Means Kasus Curas**

**Iterasi Pertama**

Kecamatan	C1	C2	C3	Hasil
Bantaran	0,000	1,000	3,000	C1
Banyuanyar	0,000	1,000	3,000	C1
Besuk	0,000	1,000	3,000	C1
Dringu	0,000	1,000	3,000	C1
Gading	1,000	0,000	2,000	C2
Gending	1,000	0,000	2,000	C2
Kotaanyar	0,000	1,000	3,000	C1
Kraksaan	0,000	1,000	3,000	C1
Krenjengan	0,000	1,000	3,000	C1
Krucil	0,000	1,000	3,000	C1
Kuripan	0,000	1,000	3,000	C1
Leces	0,000	1,000	3,000	C1
Lumbang	0,000	1,000	3,000	C1
Maron	0,000	1,000	3,000	C1
Paiton	0,000	1,000	3,000	C1
Pakuniran	0,000	1,000	3,000	C1
Pajarakan	0,000	1,000	3,000	C1
Sukapura	0,000	1,000	3,000	C1
Sumber	0,000	1,000	3,000	C1
Sumberasih	1,000	0,000	2,000	C2
Tegalsiwalan	0,000	1,000	3,000	C1
Tiris	0,000	1,000	3,000	C1
Tongas	3,000	2,000	0,000	C3
Wonomerto	2,000	1,000	1,000	C2

### Iterasi Kedua

Kecamatan	C1	C2	C3	Hasil
Bantaran	0,000	1,250	3,000	C1
Banyuanyar	0,000	1,250	3,000	C1
Besuk	0,000	1,250	3,000	C1
Dringu	0,000	1,250	3,000	C1
Gading	1,000	0,250	2,000	C2
Gending	1,000	0,250	2,000	C2
Kotaanyar	0,000	1,250	3,000	C1
Kraksaan	0,000	1,250	3,000	C1
Krenjengan	0,000	1,250	3,000	C1
Krucil	0,000	1,250	3,000	C1
Kuripan	0,000	1,250	3,000	C1
Leces	0,000	1,250	3,000	C1
Lumbang	0,000	1,250	3,000	C1
Maron	0,000	1,250	3,000	C1
Paiton	0,000	1,250	3,000	C1
Pakuniran	0,000	1,250	3,000	C1
Pajarakan	0,000	1,250	3,000	C1
Sukapura	0,000	1,250	3,000	C1
Sumber	0,000	1,250	3,000	C1
Sumberasih	1,000	0,250	2,000	C2
Tegalsiwalan	0,000	1,250	3,000	C1
Tiris	0,000	1,250	3,000	C1
Tongas	3,000	1,750	0,000	C3
Wonomerto	2,000	0,750	1,000	C2