

**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 Siwer, Rio Bangla, Rizal (Bang Irul), Yudis Bimanet, Gus Lora Lana, Sugeng, Akbar,

- Afin, Fawaid, Gigas, Rayhan (Didim)) yang dengan sengaja menghambat penggerjaan Skripsi ini 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	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>State Of The Art</i>	5

2.2	Landasan Teori.....	8
2.2.1	Curanmor dan Curas	8
2.2.2	Sistem Informasi Geografis (SIG)	8
2.2.3	<i>K-Means Clustering</i>	10
2.2.4	Metode <i>Elbow</i>	13
2.2.5	User Acceptance Testing (UAT).....	14
2.2.6	<i>Black Box Testing</i>	15
BAB 3.	METODE PENELITIAN.....	17
3.1	Tempat dan Waktu Pelaksanaan	17
3.2	Alat dan Bahan.....	17
3.2.1	Alat Penelitian.....	17
3.2.2	Bahan Penelitian.....	17
3.3	Tahapan Penelitian	18
3.3.1	Studi Literatur	18
3.3.2	Pengumpulan Data	18
3.3.3	Pengolahan Data.....	18
3.3.4	Pengembangan Sistem	22
3.3.5	Pengujian.....	23
3.3.6	Analisis dan Pembahasan.....	25
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1	Studi Literatur	26
4.2	Pengumpulan Data	27
4.3	Pengolahan Data.....	29
4.3.1	Menghitung Jumlah Data	35
4.3.2	Menentukan nilai k.....	36

4.3.3	Menentukan Centroid Awal Pada Setiap Klaster.....	38
4.3.4	Menghitung Jarak Setiap Data Terhadap Centroid	39
4.3.5	Menentukan Nilai Centroid Baru.....	44
4.3.6	Melakukan Iterasi Selanjutnya.....	46
4.3.7	Hasil Akhir K-Means Clustering	46
4.4	Pengembangan Sistem	54
4.4.1	<i>Flowchart</i> Sistem	54
4.4.2	<i>Use Case Diagram</i>	60
4.4.3	<i>Database</i> Sistem	61
4.4.4	Fitur Fitur Pada Sistem	68
4.5	Pengujian.....	79
4.5.1	<i>Black Box Testing</i>	79
4.5.2	<i>User Acceptance Testing</i>	82
4.6	Analisis dan Pembahasan.....	89
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	93
5.1	Kesimpulan	93
5.2	Saran.....	94
	DAFTAR PUSTAKA	95
	LAMPIRAN	98

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Gambaran Data Spasial	10
Gambar 2.2 Tahapan Algoritma <i>K-Means Clustering</i>	12
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian	18
Gambar 4.1 Grafik Metode Elbow Kasus Curas.....	37
Gambar 4.2 Grafik Metode Elbow Kasus Curanmor.....	38
Gambar 4.3 Flowchart Sistem.....	Error!
Bookmark not defined.	
Gambar 4.4 Use Case Diagram.....	60
Gambar 4.5 Database Sistem	62
Gambar 4.6 Tabel Data Users	63
Gambar 4.7 Data Tabel Kecamatans	63
Gambar 4.8 Struktur Tabel Klasters.....	64
Gambar 4.9 Struktur Tabel Curas.....	65
Gambar 4.10 Struktur Tabel Detail_Curas	66
Gambar 4.11Struktur Tabel Curanmors	66
Gambar 4.12 Struktur Tabel Detail_Curanmors	67
Gambar 4.13 Halaman Utama.....	68
Gambar 4.14 Halaman Login.....	70
Gambar 4.15 Halaman Dashboard Admin	71
Gambar 4.16 Halaman Master Kecamatan	72
Gambar 4.17 Halaman Master Kkaster.....	73
Gambar 4.18 Halaman Master Data Curas	74
Gambar 4.19 Halaman Master Data Curanmor.....	76
Gambar 4.20 Halaman Hasil Pemetaan	77
Gambar 4.21 Halaman Detail Perhitungan K-Means	78

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 <i>State Of The Art</i>	5
Tabel 4.1 Data Kasus Curas dan Curanmor dari Polres Probolinggo	Error!
Bookmark not defined.	
Tabel 4.2 Nilai SSE di Setiap Nilai k Pada Data Kasus Curas	36
Tabel 4.3 Nilai SSE Setiap Nilai k Pada Data Kasus Curanmor.....	37
Tabel 4.4 Nilai Centroid Awal Data Kasus Curas	39
Tabel 4.5 Nilai Centroid Awal Data Kasus Curas	39
Tabel 4.6 Perhitungan Jarak Pada Kasus Curas di Iterasi Pertama	40
Tabel 4.7 Hasil Klaster Sementara Pada Kasus Curas di Iterasi Pertama ...	41
Tabel 4.8 Perhitungan Jarak Pada Kasus Curanmor di Iterasi Pertama	42
Tabel 4.9 Hasil Klaster Sementara Pada Kasus Curanmor di Iterasi Pertama	43
Tabel 4.10 Centroid Baru Hasil Iterasi Pertama Data Kasus Curas	45
Tabel 4.11 Centroid Baru Hasil Iterasi Pertama Data Kasus Curanmor	46
Tabel 4.12 Centroid Akhir Data Kasus Curas	47
Tabel 4.13 Iterasi Akhir Data Kasus Curas	47
Tabel 4.14 Hasil Akhir Klaster Kasus Curas.....	48
Tabel 4.15 Hasil Akhir Klaster Data Curas	50
Tabel 4.16 Centroid Akhir Data Kasus Curanmor	50
Tabel 4.17 Iterasi Akhir Kasus Curanmor.....	51
Tabel 4.18 Hasil Akhir Klaster Kasus Curanmor.....	52
Tabel 4.19 Hasil Akhir Klaster Kasus Curanmor.....	53
Tabel 4.20 Penilaian UAT	83

DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
LAMPIRAN	1 Data Kasus Curas dan Curanmor POlres Probolinggo	98
LAMPIRAN	2 Surat Izin Penelitian	10
0		
LAMPIRAN	3 Serah Terima Data dari Polres PRobolinggo	10
1		
LAMPIRAN	4 Penyerahan Surat dan Sertifikat dari Polres	10
2		
LAMPIRAN	5 Sertifikat Selesai Penelitian	10
3		
LAMPIRAN	6 Surat Selesai Penelitian	10
4		
LAMPIRAN	7 Pengujian Sistem Oleh Polres	10
5		
LAMPIRAN	8 Pertanyaan UAT Responden Gol I	10
6		
LAMPIRAN	9 Pertanyaan UAT Responden Gol II	10
8		

LAMPIRAN	10	Perhitungan	K-Means	Curanmor
.....				10
	9			
LAMPIRAN	11	Pehitungan	K-Means	Kasus
.....				11
	2			

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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). Jenis-jenis tindakan kriminal ada beberapa, seperti : pencurian, pembunuhan, tindak asusila, dan lain sebagainya (Apriliana & Haris R, 2022). Badan Pusat Statistik (BPS) menyatakan bahwa tingkat kriminalitas di Indonesia mengalami kenaikan, dari yang semula 239.481 kasus pada tahun 2021, kemudian meningkat sebanyak 372.965 kasus di tahun 2022. Atau dapat dinyatakan dalam 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 Jawa Timur yang memiliki tingkat kriminalitas tertinggi di tahun 2022 adalah Kabupaten Probolinggo. Pada Kabupaten Probolinggo, tingkat kriminalitas dari tahun 2021 - 2022 juga 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 tiga kategori, yaitu pencurian dengan pemberatan(curat), pencurian kendaraan bermotor (curanmor), dan pencurian dengan kekerasan (curas). Namun tindak kriminal berupa pencurian yang paling banyak terjadi adalah pencurian dengan kekerasan (curas) dan pencurian kendaraan bermotor (curanmor).

Dengan tingginya kasus curas dan curanmor 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 dengan memberikan pengamanan atau patroli pada beberapa titik kecamatan yang dapat dibilang rawan akan terjadinya tindak 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 membantu pihak kepolisian agar lebih fokus dalam menangani tindak pidana curas dan curanmor. Pada Kabupaten Probolinggo sendiri belum ada pemetaan tentang 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. Namun, pada SIG yang dikembangkan oleh Yefri Ardiansyah, dkk tidak menggunakan algoritma *clustering*, sehingga hanya menampilkan titik lokasi terjadinya tindak pidana kriminalitas. (Ardiansyah & Harjono, 2021). Kemudian Risawandi, dkk pada penelitiannya telah mengembangkan SIG yang memetakan daerah rawan kriminalitas di Kota Lhokseumawe untuk setiap kecamatan yang ada di kota tersebut. Pada penelitian tersebut menggunakan 290 data kriminalitas yang terjadi selama tahun 2018 hingga 2020. Pada penelitian tersebut Risawandi, dkk menggunakan algoritma *K-means* untuk bisa mengkategorikan atau mengklasterkan kecamatan pada Kota Lhokseumawe berdasarkan tingkat kriminalitas yang terjadi (Risawandi & Afrillia, 2022). 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 yang telah dipaparkan, dalam mengimplementasikan algoritma *k-means clustering*, semua penelitian tersebut menggunakan persamaan *euclidean distance* dalam mengukur jarak data terhadap *centroid*. Padahal menurut (Alifah & Fauzan, 2023) persamaan untuk pengukuran jarak data terhadap *centroid* di *k-means* tidak

hanya bisa menggunakan persamaan *euclidean distance*, namun bisa menggunakan persamaan *manhattan* yang hasil akhir klasternya tergolong baik. Selain itu pada penelitian yang telah dipaparkan, tidak terdapat penelitian yang menyatakan nilai k paling optimal untuk masing-masing datanya, sehingga mungkin saja jumlah klaster yang terbentuk bukanlah klaster yang paling optimal.

Berdasarkan penelitian 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. Untuk mengkategorikan kerawanan suatu daerah, penulis menggunakan algoritma *k-means clustering* dengan perhitungan jarak antar data menggunakan persamaan *manhattan*. Selain itu pada penelitian ini juga akan menentukan nilai k atau jumlah klaster yang paling optimal, sehingga informasi yang dihasilkan lebih akurat. Kemudian hasil dari *clustering* yang telah dilakukan pada setiap kasus, akan divisualisasikan ke dalam peta wilayah Kabupaten Probolinggo dengan warna yang mencerminkan tingkat kerawanan wilayah tersebut, sehingga lebih mudah untuk dipahami oleh para penduduk maupun pengunjung. Selain itu hasil dari pemetaan tersebut bisa digunakan oleh aparat kepolisian sebagai pedoman dalam memfokuskan patroli atau pengamanan yang harus dilakukan.

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 web pemetaan daerah rawan curas dan curanmor di Kabupaten Probolinggo yang berbasis sistem informasi geografis?

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 web pemetaan daerah rawan curas dan curanmor di Kabupaten Probolinggo yang berbasis sistem informasi geografis.

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.

1.5 Batasan Masalah

1. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data kasus curas dan curanmor pada tahun 2022 - 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	<p>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.</p>
4	Metode Elbow Dalam Optimasi Jumlah Cluster Pada <i>K-Means Clustering</i>	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.

5	Perbandingan Metode Perhitungan Jarak Euclidean dengan Perhitungan Jarak Manhattan pada K-Means Clustering Dalam Menentukan Penyebaran Covid di Kota Bekasi	Faisal Nur Cahya, Yudi Mahatma, Siti Rohmah Rohimah	2023	Kedua persamaan sama-sama menghasilkan 3 klaster. Selain itu dalam segi proses penggerjaan, <i>kmeans clustering</i> menggunakan persamaan <i>Manhattan</i> lebih cepat bila dibandingkan dengan <i>Euclidean distance</i> .
---	---	---	------	--

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 dua penelitian yang dilakukan oleh Riska Fitri Nur Alifah, dkk pada tahun 2023 dan juga penelitian yang dilakukan oleh Faisal Nur Cahya 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.

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 yang menggabungkan antara data grafis dengan data atribut objek menggunakan peta dasar digital (basic map) geoerensi bumi. Tujuan utama SIG 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. 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 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. 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

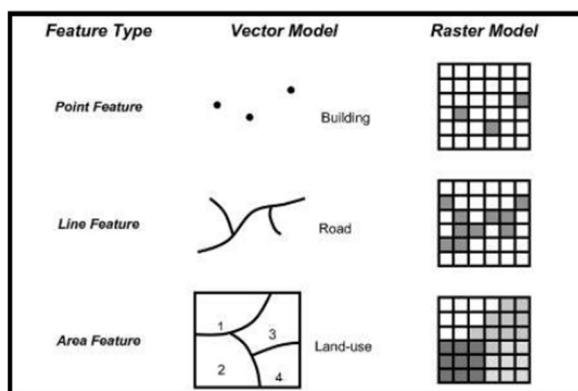
mampu memanipulasi dan melakukan permodelan data untuk menghasilkan luaran yang diharapkan.

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 analisis 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 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. 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 :

$d = \text{jarak antar } x \text{ dan } y$

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) :

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

- 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

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

Keterangan :

k : jumlah klaster

Cj : klaster ke-i

- x : data yang termasuk dalam klaster Ci
 μ_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 :

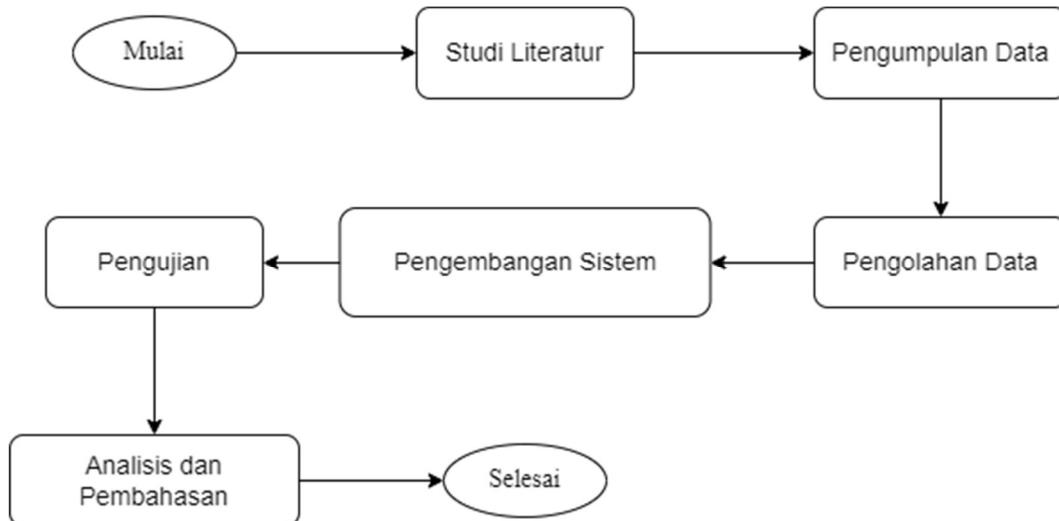
- a. Perangkat Keras
 - 1) Laptop Asus AMD E2
 - 2) Smartphone Oppo F9
 - 3) WiFi
- b. Perangkat Lunak
 - 1) OS Windows 10
 - 2) *Visual Studio Code*
 - 3) *MySQL*
 - 4) *Framework Laravel*
 - 5) *Library JS (Leaflet)*
 - 6) Microsoft Office

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 rentang tahun 2022 - 2024. Pengumpulan data curas dan curanmor pada penelitian ini dilakukan dengan mengajukan permohonan untuk mendapatkan data dari Kepolisian Resort Kabupaten Probolinggo.

3.3.3 Pengolahan Data

Pada tahap ini dijelaskan alur pengolahan data yang mencakup proses *pre-processing* hingga perhitungan menggunakan algoritma *k-means*. Data yang digunakan merupakan data kasus pencurian dengan kekerasan (*curas*) dan pencurian kendaraan bermotor (*curanmor*) di wilayah Kabupaten Probolinggo dari tahun 2022 hingga 2024 yang diperoleh dari Kepolisian Resor Kabupaten Probolinggo. Sebelum dilakukan proses perhitungan, data terlebih dahulu melalui tahap *pre-processing* untuk memastikan kelengkapan dan kesesuaian format data. Selanjutnya, dilakukan perhitungan menggunakan algoritma *k-means* secara terpisah untuk masing-masing kasus, sehingga hasil *clustering* yang diperoleh untuk data *curas* berbeda dengan hasil *clustering* pada data *curanmor*. Pemisahan ini dilakukan, untuk mengantisipasi variasi data yang berbeda antara kasus curas dan curanmor, sehingga hasil klaster yang dihasilkan sesuai dengan karakteristik masing-masing data curas maupun curanmor. Dengan adanya pemisahan tersebut diharapkan dapat mempermudah pengguna dalam memahami kerawanan suatu kecamatan terhadap masing-masing kasus. Selain itu Tahapan ini juga mencakup proses penentuan nilai *k* optimal dengan menggunakan metode *elbow* untuk mengetahui jumlah klaster yang paling sesuai pada masing-masing kasus. Hasil akhir dari tahap ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai sebaran wilayah berdasarkan klaster yang terbentuk serta mendukung visualisasi pemetaan daerah rawan pada sistem informasi geografis yang dibangun. Berikut ini adalah tahapan pengolahan data dalam penelitian ini:

a. Filter data

Pada tahapan ini dilakukan filter terhadap data yang didapatkan dari Kepolisian. *Filter* yang dimaksud dalam konteks ini bukanlah untuk menyaring nilai tertentu dari suatu kolom, melainkan digunakan untuk memilih sejumlah

atribut data yang akan digunakan dalam proses pengolahan (Wahyuningtyas et al., 2023).

b. Penggabungan Data

Penggabungan data merupakan langkah awal yang penting untuk menyatukan data dari berbagai sumber atau periode waktu ke dalam satu set data yang utuh. Proses ini dilakukan untuk memastikan bahwa data yang akan dianalisis memiliki cakupan yang cukup dan merepresentasikan kondisi secara menyeluruh. Meskipun data berasal dari berbagai entitas atau waktu yang berbeda, penggabungan dilakukan dengan memperhatikan keseragaman format dan atribut agar siap digunakan dalam proses klasterisasi (Wahyuningtyas et al., 2023).

c. Normalisasi data

Normalisasi data merupakan langkah penting ketika dataset memiliki atribut dengan skala yang berbeda. Tanpa normalisasi, atribut dengan nilai skala besar dapat mendominasi proses perhitungan, meskipun atribut lain yang berskala lebih kecil memiliki tingkat kepentingan yang sama. Hal ini dapat menyebabkan ketidakseimbangan kontribusi antar atribut dalam analisis data atau sering disebut *noise*. Akibatnya, klaster yang dihasilkan menjadi kurang representatif terhadap kondisi sebenarnya. Dalam konteks *data mining*, normalisasi membantu menyetarakan bobot setiap atribut agar proses pengklasteran menjadi lebih akurat dan adil. Oleh karena itu, normalisasi tidak hanya meningkatkan kualitas hasil *clustering* atau klasifikasi, tetapi juga mendukung interpretasi data yang lebih tepat (Wahyuningtyas et al., 2023). Pada tahapan ini normalisasi data yang dilakukan menggunakan *min-max normalization* seperti pada persamaan 3.1

$$x_{scale} = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan :

x_{scale} : data hasil normalisasi

x_i : data curas atau curanmor pada kecamatan ke i

x_{max} : nilai terbesar dari data curas atau curanmor

x_{min} : nilai terbesar dari data curas atau curanmor

d. 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 kedekatan data pada setiap klaster yang rendah juga. Selain itu, 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. Dalam penentuan rentang nilai k yang akan di uji menggunakan metode *elbow*, berpedoman pada variasi data yang ada. Karena jumlah klaster maksimal yang terbentuk dari proses k-means sama dengan jumlah variasi data, untuk mengantisipasi terbentuknya klaster kosong. Untuk menghitung nilai *Sum of Square Error* (SSE) bisa menggunakan persamaan 3.1

$$SSE = \sum_{i=1}^k \sum_{x \in S_i} ||x - \mu_i||^2 \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan :

k : jumlah klaster

C_i : klaster ke-i

x : data yang termasuk dalam klaster C_i

μ_i : pusat (centroid) dari klaster C_i

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

- e. Tentukan titik pusat (*centroid*) awal secara acak dari setiap kluster yang telah ditentukan

- f. Hitung jarak dari setiap objek terhadap masing masing titik pusat (*centroid*) dari masing masing kluster dengan persamaan *Manhattan*. yang tertera pada persamaan (3.2) :

$$d(x, y) = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i| \dots \dots \dots \quad (3.3)$$

Keterangan :

d = jarak antar x dan y

x_i = centroid ke i

y_i = data curas atau curanmor pada kecamatan ke i

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

$$v = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}; 1, 2, 3, \dots \dots \dots \quad (3.4)$$

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

3.3.4 Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem dilakukan berdasarkan rancangan yang berupa *flowchart* dan *use case diagram*. Proses pengembangan menggunakan *framework Laravel* dan menggunakan *database MySQL* untuk menyimpan seluruh informasi, seperti data curas, data curanmor, data kecamatan, dan data klaster. Algoritma *k-means* diterapkan melalui sebuah *function* khusus pada laravel yang bertugas untuk melakukan proses pengelompokan data berdasarkan jumlah kasus curas dan curanmor di masing-masing kecamatan.

Hasil penghitungan menggunakan algoritma *k-means* awalnya menghasilkan label klaster C1, C2, C3, dst. Namun, untuk mempermudah interpretasi, kategori tersebut diubah menjadi aman, sedang, rawan, dst berdasarkan nilai *centroid* masing-masing klaster, dari yang paling rendah hingga yang tertinggi. Hasil *clustering* kemudian divisualisasikan ke dalam peta wilayah Kabupaten Probolinggo menggunakan *library Leaflet*. Setiap kecamatan ditampilkan dengan warna berbeda sesuai klaster yang dimilikinya, sehingga pengguna dapat dengan mudah melihat sebaran daerah berdasarkan tingkat kerawannya. Visualisasi ini

menjadi bagian penting dari sistem untuk mendukung analisis spasial yang informatif dan interaktif.

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. Dalam penilaian yang akan diberikan oleh responden terdiri dari lima kategori, yaitu

- 1) sangat setuju (poin 5)
- 2) setuju (poin 4)
- 3) netral (poin 3)
- 4) tidak setuju (poin 2)
- 5) 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 :

- 1) 0–19%: Sangat Tidak Setuju

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

- 2) 20–39%: Tidak Setuju

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

- 3) 40–59%: Netral

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

- 4) 60–79%: Setuju

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

- 5) 80–100%: Sangat Setuju

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

c. Pengujian Metode

Pengujian metode dilakukan untuk mengevaluasi tingkat kesesuaian hasil klasterisasi *K-Means* terhadap kondisi riil yang ditetapkan oleh pihak Polres. Dalam hal ini, hasil klaster pada masing-masing kasus, baik curas maupun curanmor, akan dibandingkan dengan ambang batas kategori tingkat kerawanan seperti aman, sedang, dan rawan yang telah ditentukan oleh Polres Probolinggo. Nilai ambang batas dapat digunakan sebagai acuan objektif dalam menilai apakah hasil klaster yang dihasilkan oleh sistem telah sesuai dengan klasifikasi yang berlaku secara institusional. Berikut nilai ambang batas yang telah ditetapkan oleh Polres Probolinggo pada tabel *CEK

No.	Nama Kategori	Nilai Ambang Batas
1	Aman	< 16

2	Sedang	16 – 30
3	Rawan	> 30

Pada tabel *CEK di atas dijelaskan bahwa Polres Probolinggo Kabupaten telah menetapkan 3 macam kategori yang terdiri dari aman, sedang, dan rawan untuk menetapkan tingkat kerawanan suatu kecamatan baik untuk kasus curas, maupun kasus curanmor. Masing-masing kategori yang telah ditetapkan tersebut, memiliki nilai ambang batas yang berbeda beda, contoh kecamatan yang memiliki kategori sedang, harus memiliki jumlah kasus curas atau curanmor di bawah 10, kemudian dinyatakan sedang ketika jumlah kasus curas atau curanmornya di antara 11 hingga 20 kasus. Sedangkan untuk kategori rawan sendiri memiliki ambang batas lebih dari 20 kasus.

Setiap kecamatan yang telah dikelompokkan berdasarkan hasil perhitungan k-means pada setiap kasus akan diuji kesesuaianya terhadap ambang yang berlaku, kemudian dihitung tingkat kecocokannya dalam bentuk persentase menggunakan rumus :

$$\text{Persentase Keakuratan} = \left(\frac{\text{Jumlah klaster yang sesuai}}{\text{Jumlah total data}} \right) \times 100\%$$

Nilai persentase kesesuaian ini digunakan sebagai indikator untuk menilai seberapa akurat algoritma *K-Means* dalam merepresentasikan kondisi tingkat kerawanan wilayah sebagaimana telah ditetapkan oleh pihak berwenang, sekaligus menjadi dasar pertimbangan dalam mengukur efektivitas penerapan metode tersebut dalam sistem pemetaan.

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

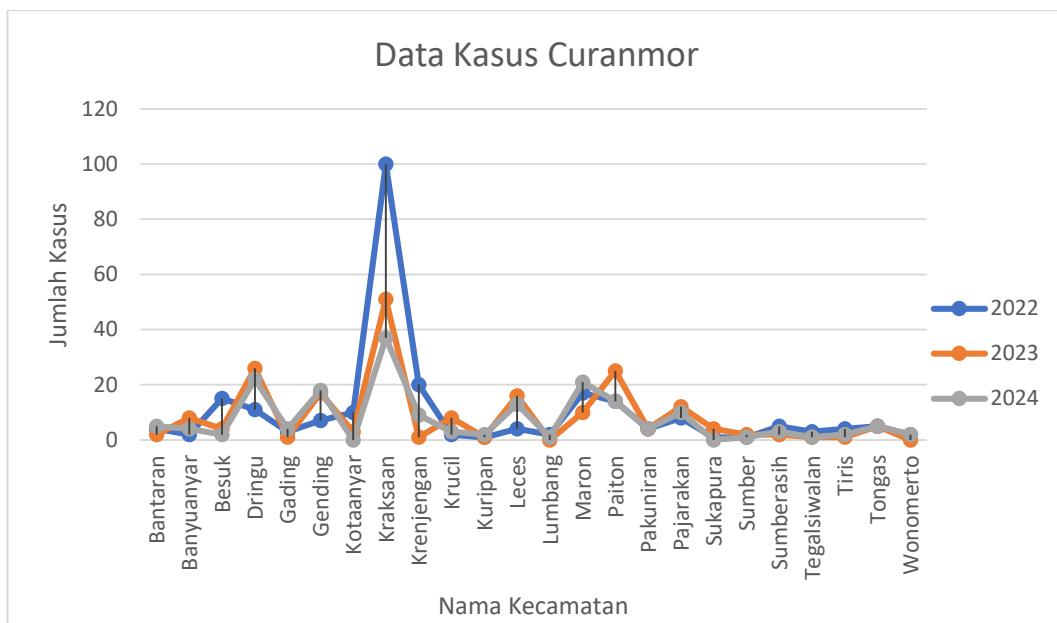
- a. Jurnal ilmiah yang ditulis (Suryani et al., 2021) dengan judul Sistem Informasi Geografis Pemetaan Kerusakan Jalan di Kabupaten Malang Menggunakan Metode K-Means. Pada penelitian tersebut menghasilkan tiga klaster, dengan klaster 1 beranggotakan 221 data, klaster 2 beranggotakan 24 data, dan klaster 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

Data yang didapatkan dari Polres Kabupaten Probolinggo berupa data curas dan curanmor pada masing-masing kecamatan dalam rentang tahun 2022 hingga tahun 2024 yang dapat dilihat pada Lampiran 1. Sementara untuk detail data pada masing-masing kasus curas dan curanmor akan dijelaskan dalam bentuk grafik sebagai berikut.

4.2.1 Data Kasus Curanmor

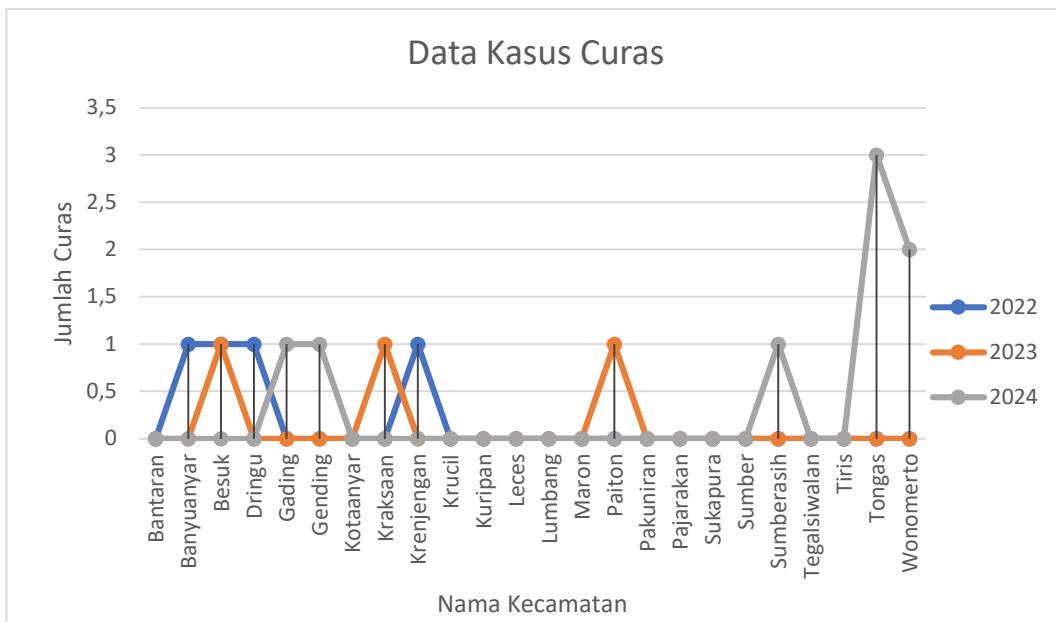


Berdasarkan data jumlah laporan kasus pencurian kendaraan bermotor (curanmor) di wilayah Kabupaten Probolinggo pada tahun 2022 hingga 2024, terlihat adanya fluktuasi yang signifikan di beberapa kecamatan. Secara umum, Kecamatan Krakaan konsisten mencatat jumlah laporan curanmor tertinggi setiap tahunnya, meskipun mengalami penurunan dari 100 laporan pada tahun 2022 menjadi 51 laporan pada 2023 dan 37 laporan pada 2024. Selain Krakaan,

peningkatan signifikan terjadi di Kecamatan Dringu dan Gending, di mana jumlah laporan curanmor di Dringu meningkat dari 11 kasus pada 2022 menjadi 26 kasus pada 2023 dan sedikit menurun menjadi 22 kasus di tahun 2024. Gending menunjukkan tren serupa, dengan peningkatan dari 7 kasus di tahun 2022 menjadi 17 dan 18 kasus di dua tahun berikutnya. Kecamatan Leces dan Maron juga mengalami lonjakan signifikan, khususnya pada tahun 2023 dan 2024, yang menunjukkan potensi peningkatan kerawanan.

Sementara itu, beberapa kecamatan lain menunjukkan tren yang lebih stabil atau menurun, seperti Kuripan dan Sumber yang secara konsisten mencatat laporan curanmor sangat rendah di ketiga tahun. Di sisi lain, Kotaanyar dan Sukapura mengalami penurunan laporan hingga mencapai nol pada tahun 2024, yang dapat mengindikasikan perbaikan situasi keamanan atau faktor lain seperti penurunan pelaporan. Secara keseluruhan, tren ini menunjukkan bahwa meskipun beberapa wilayah mengalami penurunan kasus curanmor, wilayah lainnya menunjukkan lonjakan atau konsistensi tinggi

4.2.2 Data Kasus Curas



Berdasarkan data laporan kasus pencurian dengan kekerasan (curas) di Kabupaten Probolinggo selama periode 2022 hingga 2024, terlihat bahwa jumlah kejadian tergolong rendah dan tersebar secara terbatas. Pada tahun 2022, hanya

terdapat empat kecamatan yang melaporkan kasus curas, yakni Banyuanyar, Besuk, Dringu, dan Krejengan, masing-masing dengan satu laporan. Pada tahun berikutnya, yakni 2023, jumlah kasus menurun dengan hanya dua kecamatan yang melaporkan satu kasus, yaitu Besuk dan Kraksaan. Secara umum, sebagian besar kecamatan menunjukkan nol laporan kasus curas selama dua tahun berturut-turut.

Namun, pada tahun 2024, terjadi peningkatan kasus di beberapa kecamatan. Kecamatan Tongas dan Wonomerto menjadi wilayah dengan jumlah laporan tertinggi, masing-masing mencatat tiga kasus curas. Selain itu, muncul laporan satu kasus di Gading, Gending, dan Sumberasih yang sebelumnya tidak memiliki laporan pada dua tahun sebelumnya. Meskipun secara keseluruhan jumlah kasus curas masih tergolong rendah dibandingkan kasus kejahatan lainnya, munculnya kasus di kecamatan baru dan lonjakan di Tongas serta Wonomerto mengindikasikan adanya potensi untuk kenaikan kasus curas pada tahun-tahun berikutnya.

4.3 Pengolahan Data

Pada tahap pengolahan data di 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 *pre-processing* data dan juga tahapan dari algoritma *k-means*. Berikut tahapan dari perhitungan algoritma *k-means* untuk masing-masing data curas dan curanmor :

4.3.1 Filter

Pada tahapan ini dilakukan pemilihan atribut pada data yang didapatkan dari Kepolisian sesuai dengan kebutuhan penelitian. Karena fokus pada penelitian ini mengklasterkan daerah berdasarkan kasus curas dan curanmor yang terjadi, maka atribut atau kolom selesai untuk setiap data akan diabaikan. Jadi dalam perhitungan *k-means* nanti hanya menggunakan data yang dilaporkan kepada kepolisian. Berikut data curas dan curanmor di Kabupaten Probolinggo yang telah dilakukan filtrasi :

Kesatuan	2024	2023	2022
----------	------	------	------

	Curanmor	Curas	Curanmor	Curas	Curanmor	Curas
Polsek Lumbang	1	0	0	0	2	0
Polsek Sukapura	0	0	4	0	1	0
Polsek Bantaran	5	3	2	0	4	0
Polsek Kuripan	2	0	1	0	1	0
...
Polsek Tongas	5	0	5	0	5	3
Polsek Wonomerto	2	0	0	0	2	2

4.3.2 Penggabungan Data

Data curas dan curanmor yang dilaporkan kepada pihak kepolisian pada tahun 2022, 2023, dan 2024 akan digabungkan menjadi satu kesatuan dengan cara dijumlahkan. Meskipun digabungkan dalam satu data, masing-masing data tetap dibedakan berdasarkan jenis kasusnya, yakni curas dan curanmor. Jadi satu kecamatan memiliki data kasus curas dari total 3 tahun dan data kasus curanmor dari total 3 tahun juga. Berikut gambaran hasil penggabungan data

Kecamatan	Curas	Curanmor
Bantaran	0	11
Banyuanyar	1	14
Besuk	2	21
Dringu	1	59
Gading	1	8

Gending	1	42
Kotaanyar	0	13
Kraksaan	1	188
Krenjengan	1	30
Krucil	0	13
Kuripan	0	4
Leces	0	33
Lumbang	0	3
Maron	0	48
Paiton	1	53
Pakuniran	0	12
Pajarakan	0	30
Sukapura	0	5
Sumber	0	4
Sumberasih	1	10
Tegalsiwalan	0	5
Tiris	0	7
Tongas	3	15
Wonomerto	2	4

4.3.3 Normalisasi Data

Pada tahapan ini peneliti melakukan normalisasi pada masing-masing data curas dan curanmor yang sudah dilakukan penggabungan. Sebelum melakukan normalisasi, perlu mencari terlebih dahulu nilai terkecil (*min*) dan nilai terbesar (*max*) pada masing-masing data. Untuk data curas nilai *min* = 0 dan nilai *max* = 3. Kemudian untuk data curanmor nilai *min* = 0 dan nilai *max* = 3. Pada penelitian ini penulis memberikan contoh proses *min-max normalization* pada kecamatan Bantaran.

a. Normalisasi Data Curas

$$\begin{aligned}
 x_{Scaler} &= \frac{x_{Bantaran} - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \\
 &= \frac{0 - 0}{3 - 0} \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

Setelah melakukan proses *min-max normalization* pada data curas di masing-masing kecamatan, didapatkan data curas yang sudah dinormalisasi pada tabel berikut :

Kecamatan	Normalisasi Curas
Bantaran	0,00
Banyuanyar	0,33
Besuk	0,67
Dringu	0,33
Gading	0,33
Gending	0,33
Kotaanyar	0,00
Kraksaan	0,33
Krenjengan	0,33
Krucil	0,00
Kuripan	0,00
Leces	0,00
Lumbang	0,00
Maron	0,00
Paiton	0,33
Pakuniran	0,00
Pajarakan	0,00
Sukapura	0,00
Sumber	0,00

Sumberasih	0,33
Tegalsiwalan	0,00
Tiris	0,00
Tongas	1,00
Wonomerto	0,67

Data pada tabel di atas merupakan data curas yang telah di normalisasi menggunakan *min-max normalization*. Setelah dilakukan normalisasi, data yang awalnya memiliki rentang nilai 0 – 3, sekarang memiliki rentang nilai yang lebih kecil, yaitu 0,00 – 1,00. Selain itu, dari proses normalisasi yang telah dilakukan pada data kasus curas, didapatkan 4 variasi data yaitu : 0,00; 0,33; 0,67; 1,00. Jumlah variasi data ini yang akan digunakan sebagai nilai k maksimal dalam penentuan nilai k teroptimal.

b. Normalisasi Data Curanmor

$$\begin{aligned}x_{Scaler} &= \frac{x_{Bantaran} - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \\&= \frac{11 - 3}{128 - 3} \\&= 0,04\end{aligned}$$

Setelah melakukan proses *min-max normalization* pada data curanmor di masing-masing kecamatan, didapatkan data curanmor yang sudah dinormalisasi pada tabel berikut :

Kecamatan	Normalisasi Curanmor
Bantaran	0,04
Banyuanyar	0,06
Besuk	0,10
Dringu	0,30
Gading	0,03
Gending	0,21

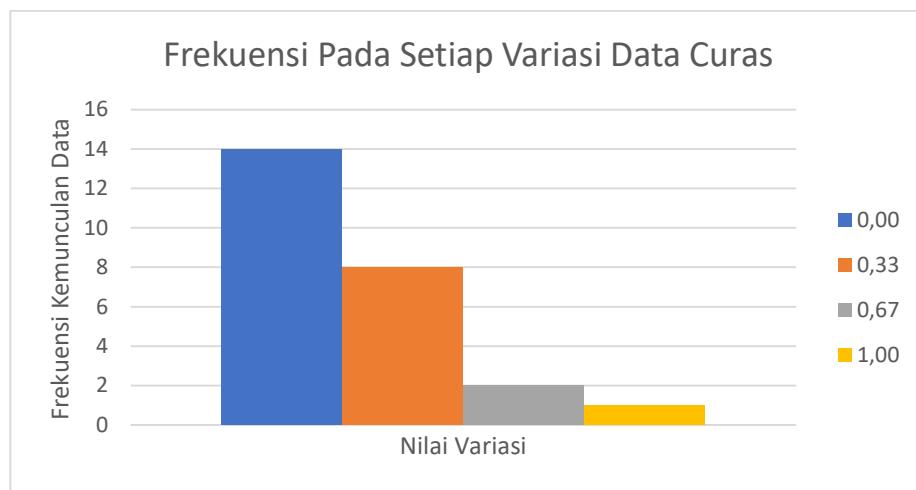
Kotaanyar	0,05
Kraksaan	1,00
Krenjengan	0,15
Krucil	0,05
Kuripan	0,01
Leces	0,16
Lumbang	0,00
Maron	0,24
Paiton	0,27
Pakuniran	0,05
Pajarakan	0,15
Sukapura	0,01
Sumber	0,01
Sumberasih	0,04
Tegalsiwalan	0,01
Tiris	0,02
Tongas	0,06
Wonomerto	0,01

Data pada tabel di atas merupakan data curanmor yang telah di normalisasi menggunakan *min-max normalization*. Setelah dilakukan normalisasi, data curanmor yang awalnya memiliki rentang nilai 3 – 188, sekarang memiliki rentang nilai yang lebih kecil, yaitu 0,00 – 1,00 namun dengan skala yang tetap sama dari data awal. Selain hal tersebut, informasi yang bisa didapatkan dari hasil normalisasi pada masing-masing data kasus curanmor yaitu terdapat 17 variasi data yang terdiri dari 0,00; 0,01; 0,02; ...;1,00. Jumlah variasi data ini yang nanti akan digunakan sebagai jumlah maksimal nilai k yang akan di uji pada proses penentuan nilai k paling optimal.

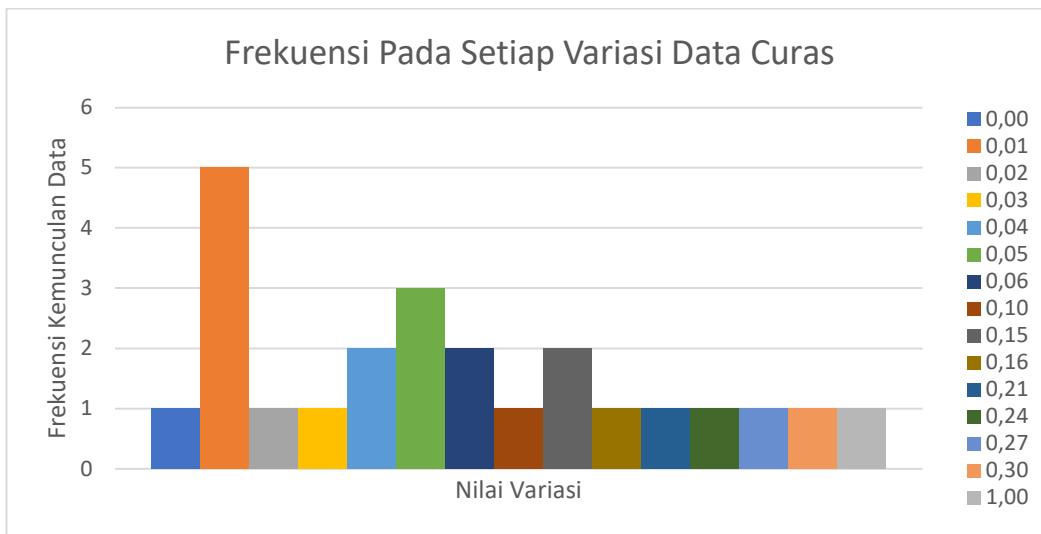
4.3.4 Menghitung Jumlah Data dan Variasi Data

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.

Selain itu, pada data curas maupun curanmor yang telah dilakukan normalisasi, masing-masing data kasus memiliki variasi data. Untuk kasus curas sendiri memiliki 4 variasi data seperti pada grafik berikut.



Pada grafik tersebut dapat terlihat frekuensi pada setiap nilai variasi data kasus curas yang telah dinormalisasi. Terdapat 14 data yang memiliki nilai 0,00, kemudian 8 data memiliki nilai 0,33; 2 data memiliki nilai 0,67 dan 1 data bernilai 1,00. Sama halnya dengan curas, data kasus curanmor juga memiliki variasi data. Namun kasus curanmor memiliki jumlah variasi data yang lebih banyak, yaitu 15 variasi data. Berikut gambaran variasi dan frekuensi kemunculan setiap data pada kasus curanmor.



Pada grafik tersebut dapat terlihat frekuensi pada setiap nilai variasi data kasus curanmor yang telah dinormalisasi. Nilai variasi 0,01 merupakan yang paling tinggi frekuensinya, yaitu 5 data bernilai 0,01. Kemudian diikuti oleh nilai variasi 0,05 yang memiliki frekuensi sebanyak 3 data. Lalu untuk nilai variasi 0,00; 0,02; 0,03; 0,10; 0,16; 0,21; 0,24; 0,27; 0,30; 1,00 masing-masing memiliki frekuensi 1.

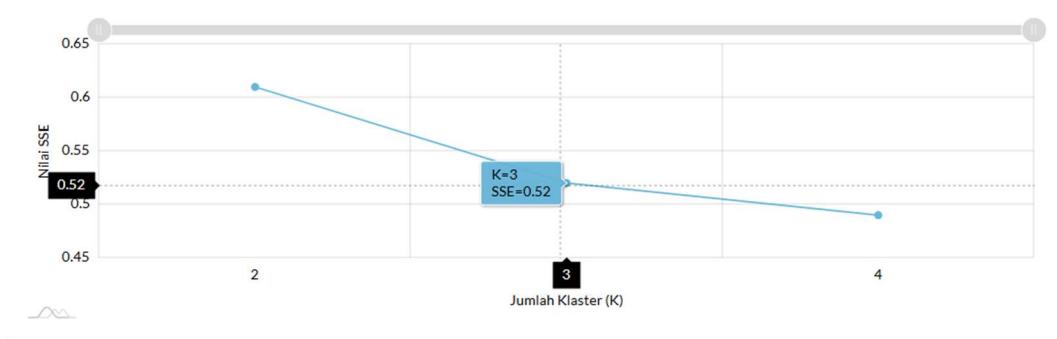
4.3.5 Menentukan nilai k

Dalam metode *elbow* untuk penelitian ini, perhitungan nilai SSE dilakukan pada rentang nilai k di masing-masing data kasus. Untuk data curas, karena memiliki 4 variasi data, maka penerapan metode *elbow* dilakukan pada rentang nilai k = 2 hingga k=4. Berbeda dengan data kasus curanmor yang memiliki 15 variasi data, maka rentang nilai k yang diuji berkisar antara 2 hingga 15. 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 4.1 NILai SSE di Setiap Nilai k Pada Data Kasus Curas

Nilai k	Nilai SSE	Selisih SSE
2	0,61	-
3	0,52	0,09
4	0,49	0,03



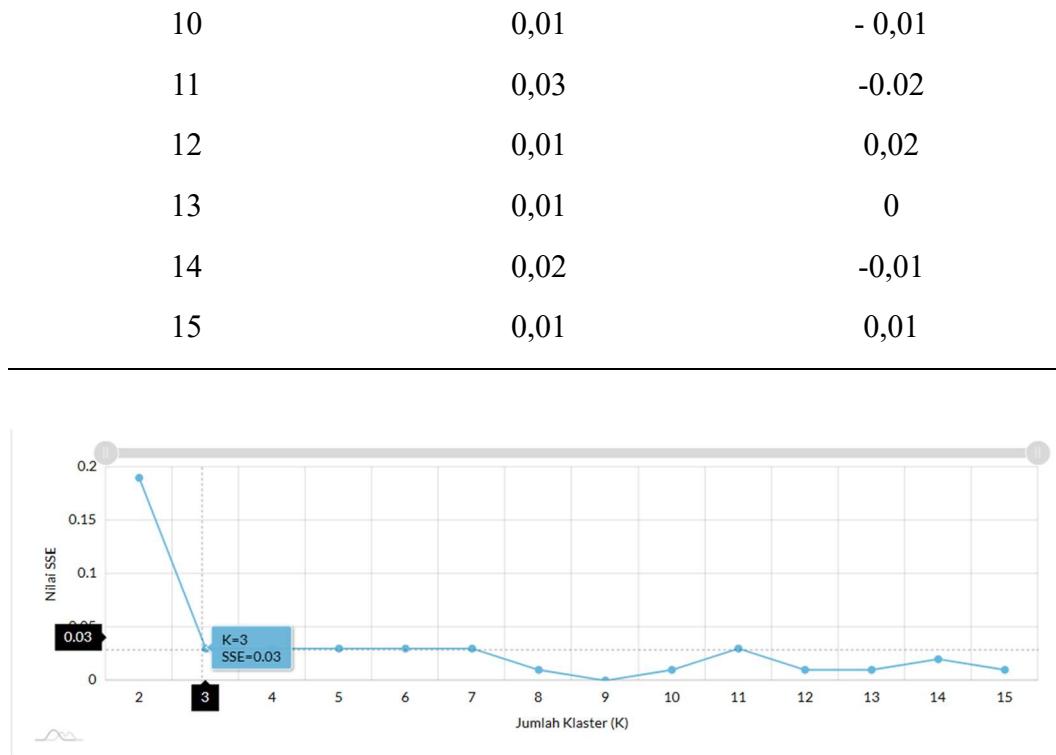
Gambar 4.1 Grafik Metode Elbow Kasus Curas

Berdasarkan Tabel 4, diperoleh bahwa selisih nilai SSE tertinggi adalah sebesar 0,09. 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 4.2 Nilai SSE Setiap Nilai k Pada Data Kasus Curanmor

Nilai k	Nilai SSE	Selisih SSE
2	0,19	-
3	0,03	0,06
4	0,03	0
5	0,03	0
6	0,03	0
7	0,03	0
8	0,01	0,02
9	0	0,01



Gambar 4.2 Grafik Metode Elbow Kasus Curanmor

Merujuk pada Tabel 4, nilai selisih SSE paling tinggi tercatat sebesar 0,06. 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. Selain itu, tampak pada Grafik Elbow di gambar 4.2 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.

4.3.6 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 kasus. Dalam menentukan nilai centroid awal, tidak ada aturan yang

mengatur bagaimana pemilihan centroid awal, atau dengan kata lain, penentuan nilai centroid awal dapat dipilih secara acak. Berikut nilai centroid awal yang telah dipilih secara acak untuk masing-masing data.

a. Centroid awal untuk data curas

Tabel 4.3 Nilai Centroid Awal Data Kasus Curas

Centroid	Nilai Centroid
C1	0,00
C2	0,50
C3	1,00

Sesuai pada tabel 4.4, nilai centroid awal yang ditetapkan untuk data curas Kabupaten Probolinggo yaitu C1 = 0; C2 = 0,50; dan untuk C3 = 1,00.

b. Centroid awal untuk data curanmor

Tabel 4.4 Nilai Centroid Awal Data Kasus Curas

Centroid	Nilai Centroid
C1	0,20
C2	0,50
C3	0,80

Sesuai pada tabel 4.5, nilai centroid awal yang ditetapkan untuk data curanmor Kabupaten Probolinggo yaitu C1 = 0,20; C2 = 0,50; dan untuk C3 = 0,80.

4.3.7 Menghitung Jarak Setiap Data Terhadap Centroid

Setelah menentukan nilai *centroid* awal pada setiap klaster, 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. Penulis menghitung jarak antar data pada masing-masing kecamatan terhadap masing-masing centroid pada setiap kasusnya.

a. Perhitungan Jarak Data Kasus Curas

Dalam iterasi pertama ini penulis menggunakan data curas yang sudah di normalisasi pada kecamatan Bantaran sebagai contoh perhitungan jarak data terhadap setiap centroid. Pada Kecamatan Bantaran nilai data curas yang telah dinormalisasi yaitu 0,00.

$$\begin{aligned} d(K1, C1) &= |0 - 0| \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d(K1, C2) &= |0,50 - 0| \\ &= 0,50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d(K1, C3) &= |1 - 0| \\ &= 1,00 \end{aligned}$$

Pada iterasi pertama ini, seluruh data curas yang telah dinormalisasi pada setiap kecamatan dihitung jaraknya terhadap masing-masing nilai centroid awal. Setelah setiap data curas dihitung jaraknya, kemudian ditentukanlah data tersebut merupakan bagian dari anggota klaster yang mana berdasarkan jarak terkecil terhadap centroid klaster. Hasil perhitungan jarak data curas terhadap masing-masing centroid bisa dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4.5 Perhitungan Jarak Pada Kasus Curas di Iterasi Pertama

Kecamatan	C1	C2	C3	Klaster
Bantaran	0,00	0,50	1,00	C1
Banyuanyar	0,33	0,17	0,67	C2
Besuk	0,67	0,17	0,33	C2
Dringu	0,33	0,17	0,67	C2
Gading	0,33	0,17	0,67	C2
Gending	0,33	0,17	0,67	C2
Kotaanyar	0,00	0,50	1,00	C1
Kraksaan	0,33	0,17	0,67	C2
Krenjengan	0,33	0,17	0,67	C2
Krucil	0,00	0,50	1,00	C1

Kuripan	0,00	0,50	1,00	C1
Leces	0,00	0,50	1,00	C1
Lumbang	0,00	0,50	1,00	C1
Maron	0,00	0,50	1,00	C1
Paiton	0,33	0,17	0,67	C2
Pakuniran	0,00	0,50	1,00	C1
Pajarakan	0,00	0,50	1,00	C1
Sukapura	0,00	0,50	1,00	C1
Sumber	0,00	0,50	1,00	C1
Sumberasih	0,33	0,17	0,67	C2
Tegalsiwalan	0,00	0,50	1,00	C1
Tiris	0,00	0,50	1,00	C1
Tongas	1,00	0,50	0,00	C3
Wonomerto	0,67	0,17	0,33	C2

Pada iterasi pertama proses klasterisasi data curas, jumlah data yang masuk ke masing-masing klaster adalah : C1 sebanyak 13 data, C2 terdiri dari 10 data, dan untuk C3 berjumlah 1 data. Meskipun demikian, jumlah ini masih dapat berubah pada iterasi berikutnya. Untuk mempermudah dalam mengetahui hasil *clustering* pada iterasi pertama, dapat dilihat pada tabel 4.7

Tabel 4.6 Hasil Klaster Sementara Pada Kasus Curas di Iterasi Pertama

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

Pajarakan	Sumberasih
Sukapura	Wonomerto
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. Nilai data curanmor di Kecamatan Bantaran yang telah dinormalisasi yaitu 0,04.

$$d(K1, C1) = |0,20 - 0,04| \\ = 0,16$$

$$d(K1, C2) = |0,50 - 0,04| \\ = 0,46$$

$$d(K1, C3) = |0,80 - 0,04| \\ = 0,76$$

Pada iterasi pertama ini seluruh data curanmor yang telah di normalisasi pada setiap kecamatan akan dihitung jaraknya terhadap masing-masing nilai centroid awal. Setelah setiap data curanmor dihitung jaraknya, kemudian ditentukanlah data tersebut bagian dari anggota klaster yang mana berdasarkan jarak terkecil terhadap centroid klaster. Hasil perhitungan jarak data curanmor terhadap masing-masing centroid bisa dilihat pada tabel 4.8

Tabel 4.7 Perhitungan Jarak Pada Kasus Curanmor di Iterasi Pertama

Kecamatan	C1	C2	C3	Klaster
Bantaran	0,16	0,46	0,76	C1
Banyuanyar	0,14	0,44	0,74	C1
Besuk	0,10	0,40	0,70	C1
Dringu	0,10	0,20	0,50	C1

Gading	0,17	0,47	0,77	C1
Gending	0,01	0,29	0,59	C1
Kotaanyar	0,15	0,45	0,75	C1
Kraksaan	0,80	0,50	0,20	C3
Krenjengan	0,05	0,35	0,65	C1
Krucil	0,15	0,45	0,75	C1
Kuripan	0,19	0,49	0,79	C1
Leces	0,04	0,34	0,64	C1
Lumbang	0,20	0,50	0,80	C1
Maron	0,04	0,26	0,56	C1
Paiton	0,07	0,23	0,53	C1
Pakuniran	0,15	0,45	0,75	C1
Pajarakan	0,05	0,35	0,65	C1
Sukapura	0,19	0,49	0,79	C1
Sumber	0,19	0,49	0,79	C1
Sumberasih	0,16	0,46	0,76	C1
Tegalsiwalan	0,19	0,49	0,79	C1
Tiris	0,18	0,48	0,78	C1
Tongas	0,14	0,44	0,74	C1
Wonomerto	0,19	0,49	0,79	C1

Pada iterasi pertama proses klasterisasi data curanmor, jumlah data yang masuk ke masing-masing klaster adalah : C1 sebanyak 23 data, C2 terdiri dari 0 data, dan untuk C3 beranggotakan 1 data. Meskipun demikian, jumlah ini masih dapat berubah pada iterasi selanjutnya. Untuk mempermudah dalam mengetahui hasil *clustering* pada iterasi pertama, dapat dilihat pada tabel 4.9

Tabel 4.8 Hasil Klaster Sementara Pada Kasus Curanmor di Iterasi Pertama

C1	C2	C3
Bantaran		Kraksaan

Banyuanyar

Besuk

Dringu

Gending

Gading

Kotaanyar

Krenjengan

Krucil

Kuripan

Leces

Lumbang

Maron

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.

4.3.8 Menentukan Nilai Centroid Baru

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

a. Perhitungan Centroid Baru Data Curas

$$C1 \text{ baru} = \frac{0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0}{13} \\ = 0$$

$$C2 \text{ baru} = \frac{0,33+0,67+0,33+0,33+0,33+0,33+0,33+0,33+0,33+0,67}{10} = 0,4$$

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

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 4.9 Centroid Baru Hasil Iterasi Pertama Data Kasus Curas

Centroid	Nilai Centroid
C1	0
C2	0,4
C3	1

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 iterasi pertama.

$$C1 \text{ baru} = \frac{2,03}{23} = 0,09$$

$$C2 \text{ baru} = 0,50$$

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

Dari perhitungan tersebut sudah menghasilkan nilai centroid baru yang berbeda dari centroid acak di awal untuk C1 dan C3. Namun, untuk C2 nilai centroid tidak berubah, dikarenakan pada iterasi pertama C2 tidak memiliki anggota, sehingga nilai centroid baru tidak bisa dihitung. Oleh karena itu C2 tetap

menggunakan nilai centroid yang sama seperti sebelumnya . Hasil perhitungan yang berupa centroid baru dapat dilihat pada tabel 4.11

Tabel 4.10 Centroid Baru Hasil Iterasi Pertama Data Kasus Curanmor

Centroid	Nilai Centroid
C1	0,09
C2	0,50
C3	1,00

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

4.3.9 Melakukan Iterasi Selanjutnya

Setelah mendapatkan centroid baru dari hasil iterasi pertama, langkah selanjutnya melakukan iterasi kedua dengan menggunakan centroid baru. 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.

4.3.10 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 4.11 Centroid Akhir Data Kasus Curas

Centroid	Nilai Centroid
C1	0
C2	0,4
C3	1

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 4.12 Iterasi Akhir Data Kasus Curas

Kecamatan	C1	C2	C3	Klaster
Bantaran	0,00	0,40	1,00	C1
Banyuanyar	0,33	0,07	0,67	C2
Besuk	0,67	0,27	0,33	C2
Dringu	0,33	0,07	0,67	C2
Gading	0,33	0,07	0,67	C2
Gending	0,33	0,07	0,67	C2
Kotaanyar	0,00	0,40	1,00	C1
Kraksaan	0,33	0,07	0,67	C2
Krenjengan	0,33	0,07	0,67	C2
Krucil	0,00	0,40	1,00	C1

Kuripan	0,00	0,40	1,00	C1
Leces	0,00	0,40	1,00	C1
Lumbang	0,00	0,40	1,00	C1
Maron	0,00	0,40	1,00	C1
Paiton	0,33	0,07	0,67	C2
Pakuniran	0,00	0,40	1,00	C1
Pajarakan	0,00	0,40	1,00	C1
Sukapura	0,00	0,40	1,00	C1
Sumber	0,00	0,40	1,00	C1
Sumberasih	0,33	0,07	0,67	C2
Tegalsiwalan	0,00	0,40	1,00	C1
Tiris	0,00	0,40	1,00	C1
Tongas	1,00	0,60	0,00	C3
Wonomerto	0,67	0,27	0,33	C2

Pada tabel 4.13 merupakan perhitungan jarak dari iterasi terakhir dalam proses *k-means clustering* untuk kasus curas, 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 4.13 Hasil Akhir Klaster Kasus Curas

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

Pajarakan	Sumberasih
Sukapura	Wonomerto
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 besar dari C3 dan tidak lebih kecil dari C1. Jadi hasil *clustering* menggunakan nama klaster yang baru dapat dilihat pada tabel 4.15

Tabel 4.14 Hasil Akhir Klaster Data Curas

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

Dari tabel 4. 15 dapat disimpulkan bahwa klaster rawan hanya memiliki 1 anggota yaitu kecamatan Tongas. Untuk klaster sedang memiliki 10 anggota, yaitu kecamatan Banyuanyar, Besuk, Dringu, Gading, Gending, Kraksaan, Krenjengan, Paiton, Sumberasih, dan Wonomerto. Sedangkan untuk klaster aman memiliki 13 anggota yang terdiri dari Kecamatan Bantaran, Kotaanyar, Krucil, Kuripan, Leces Lumbang Maron, Pakuniran, Pajarakan, Sukapura, Sumber, Tegalsiwalan, dan Tiris.

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

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

Tabel 4.15 Centroid Akhir Data Kasus Curanmor

Centroid	Nilai Centroid

C1	0,03
C2	0,21
C3	1,00

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

Tabel 4.16 Iterasi Akhir Kasus Curanmor

Kecamatan	C1	C2	C3	Klaster
Bantaran	0,01	0,17	0,96	C1
Banyuanyar	0,03	0,15	0,94	C1
Besuk	0,07	0,11	0,90	C1
Dringu	0,27	0,09	0,70	C2
Gading	0,00	0,18	0,97	C1
Gending	0,18	0,00	0,79	C2
Kotaanyar	0,02	0,16	0,95	C1
Kraksaan	0,97	0,79	0,00	C3
Krenjengan	0,12	0,06	0,85	C2
Krucil	0,02	0,16	0,95	C1
Kuripan	0,02	0,20	0,99	C1
Leces	0,13	0,05	0,84	C2
Lumbang	0,03	0,21	1,00	C1
Maron	0,21	0,03	0,76	C2
Paiton	0,24	0,06	0,73	C2
Pakuniran	0,02	0,16	0,95	C1
Pajarakan	0,12	0,06	0,85	C2
Sukapura	0,02	0,20	0,99	C1
Sumber	0,02	0,20	0,99	C1

Sumberasih	0,01	0,17	0,96	C1
Tegalsiwalan	0,02	0,20	0,99	C1
Tiris	0,01	0,19	0,98	C1
Tongas	0,03	0,15	0,94	C1
Wonomerto	0,02	0,20	0,99	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 kelima) dengan iterasi saat ini (iterasi ke-enam). Hasil *clustering* dari iterasi ke-enam atau bisa disebut hasil akhir proses *k-means clustering* dapat dijelaskan pada tabel 4.18

Tabel 4.17 Hasil Akhir Klaster Kasus Curanmor

C1	C2	C3
Bantaran	Dringu	Kraksaan
Banyuanyar	Gending	
Besuk	Krenjengan	
Gading	Leces	
Kotaanyar	Maron	
Krucil	Paiton	
Kuripan	Pajarakan	
Lumbang		
Pakuniran		
Sukapura		
Sumber		
Sumberasih		
Tegalsiwalan		
Tiris		
Tongas		
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 mengikuti aturan yang dilakukan pada data curas. Hasil *clustering* menggunakan nama klaster yang baru dapat dilihat pada tabel 4.19

Tabel 4.18 Hasil Akhir Klaster Kasus Curanmor

Aman	Sedang	Rawan
Bantaran	Dringu	Kraksaan
Banyuanyar	Gending	
Besuk	Krenjengan	
Gading	Leces	
Kotaanyar	Maron	
Krucil	Paiton	
Kuripan	Pajarakan	
Lumbang		
Pakuniran		
Sukapura		
Sumber		
Sumberasih		
Tegalsiwalan		
Tiris		
Tongas		
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 7 anggota, yaitu kecamatan Dringu, Gending, Krenjengan, Leces, Maron, Paiton, dan Pajarakan. Sedangkan untuk klaster aman memiliki 16 anggota yang terdiri dari Kecamatan Bantaran, Banyuanyar, Besuk, Gading, Kotaanyar, Krucil, Kuripan, Lumbang, Pakuniran, Sukapura, Sumber, Sumberasih, Tegalsiwalan, Tiris, dan Wonomerto.

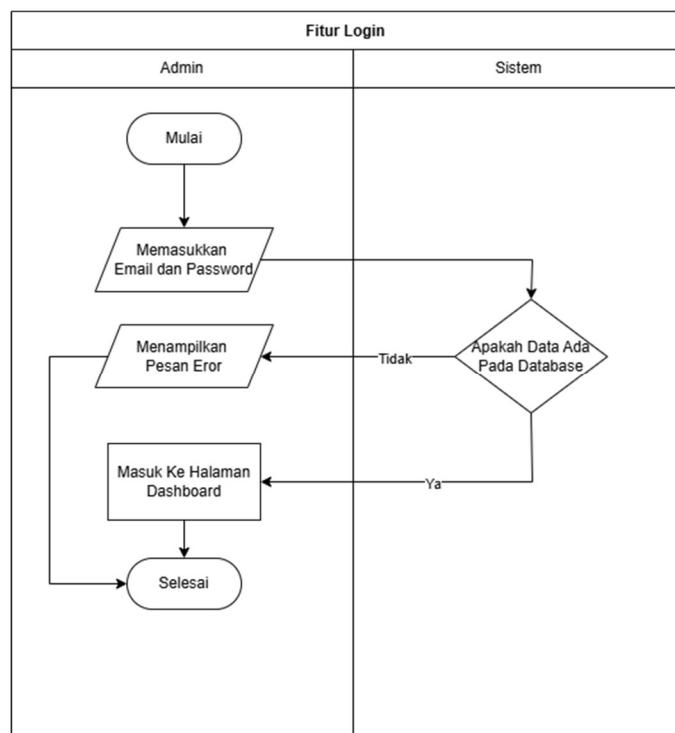
4.4 Pengembangan Sistem

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 melakukan pengembangan sistem, penulis berpedoman dengan *flowchart* setiap fitur 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

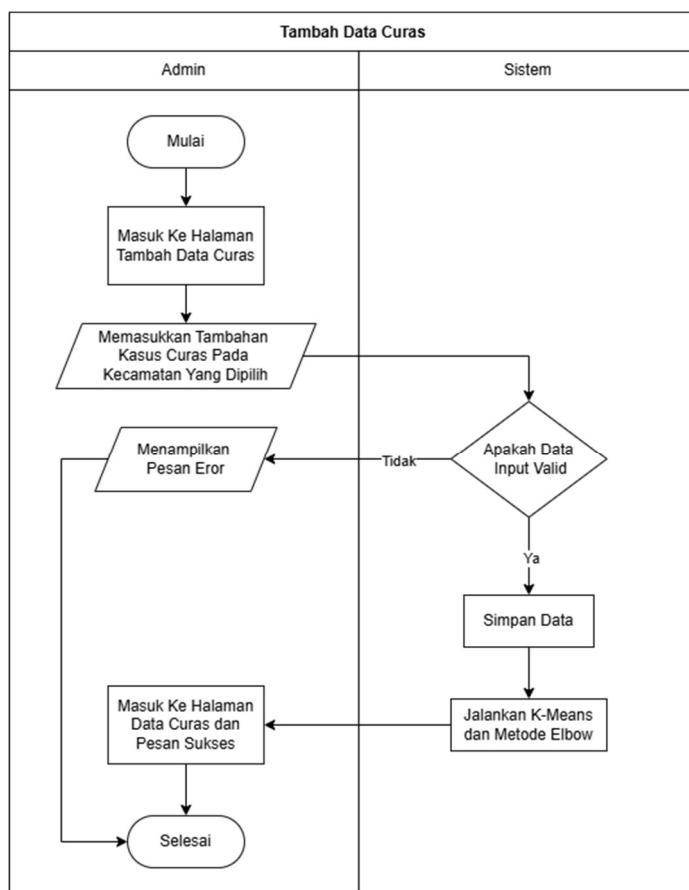
Pada bagian ini penulis membuat rancangan sistem dari web sistem informasi geografis pemetaan daerah rawan curas dan curanmor di Kabupaten Probolinggo dalam bentuk flowchart untuk masing-masing fitur. Flowchart ini lah yang akan menjadi dasar dalam tahapan pengembangan setelahnya. Berikut *flowchart* untuk fitur-fitur utama :

a. Fitur Login



Gambar *flowchart* sistem untuk proses *login* menggambarkan alur interaksi antara admin dan sistem, dimulai dari admin yang memasukkan *username* dan *password*. Selanjutnya, sistem akan memverifikasi data yang dimasukkan dengan menyesuaikannya dengan data yang tersimpan di dalam *basis data*. Jika data tersebut valid dan sesuai, maka sistem akan mengarahkan admin ke halaman *dashboard*. Namun, apabila data tidak ditemukan atau tidak sesuai, sistem akan menampilkan pesan kesalahan (*error*) dan proses *login* berakhir.

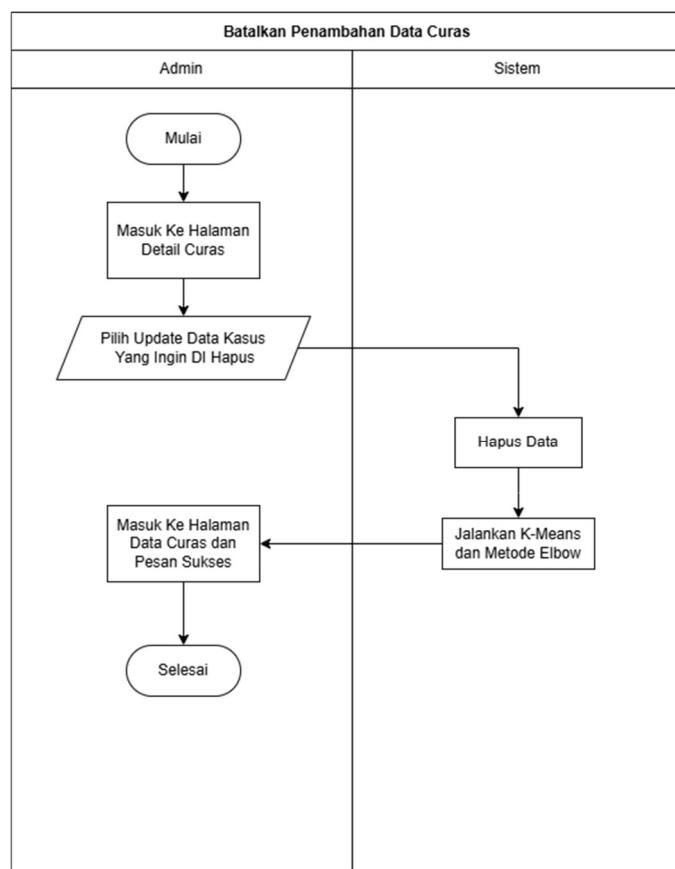
b. Fitur Tambah Data Curas



Gambar *flowchart* sistem untuk proses tambah data curas menggambarkan langkah-langkah yang dilakukan admin saat ingin menambahkan data. Proses dimulai ketika admin masuk ke halaman tambah data curas, kemudian memilih kecamatan yang diinginkan dan menginputkan tambahan data curas pada kecamatan tersebut. Selanjutnya, sistem akan melakukan validasi terhadap data yang dimasukkan. Jika data tidak valid, sistem akan menampilkan pesan kesalahan

(error) dan proses berakhir. Namun, apabila data valid, maka sistem akan menyimpan atau memperbarui data curas pada kecamatan tersebut, kemudian secara otomatis menjalankan fungsi *hitung K-Means*. Setelah proses tersebut selesai, admin akan diarahkan kembali ke halaman data curas dan proses pun berakhir.

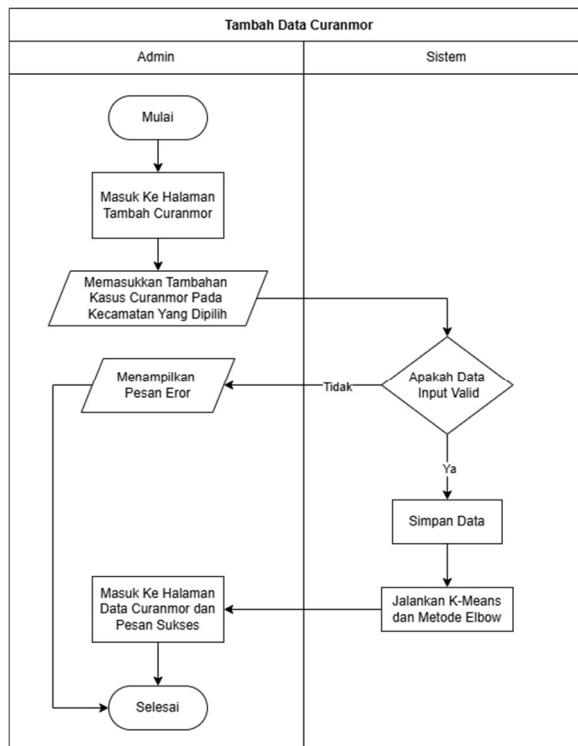
c. Fitur Batalkan Penambahan Data Curas



Gambar *flowchart* sistem untuk fitur batalkan penambahan data curas menggambarkan proses ketika admin ingin membatalkan penambahan data curas yang sebelumnya telah ditambahkan. Proses dimulai saat admin masuk ke halaman detail kasus curas, lalu memilih untuk membatalkan penambahan data curas di kecamatan pada waktu tertentu. Setelah pilihan dilakukan, sistem akan menghapus data yang dimaksud, kemudian secara otomatis menjalankan kembali proses *K-Means* dan *Elbow Method* untuk memperbarui hasil klasterisasi. Setelah proses selesai, admin akan diarahkan ke halaman data curas dengan pesan sukses sebagai

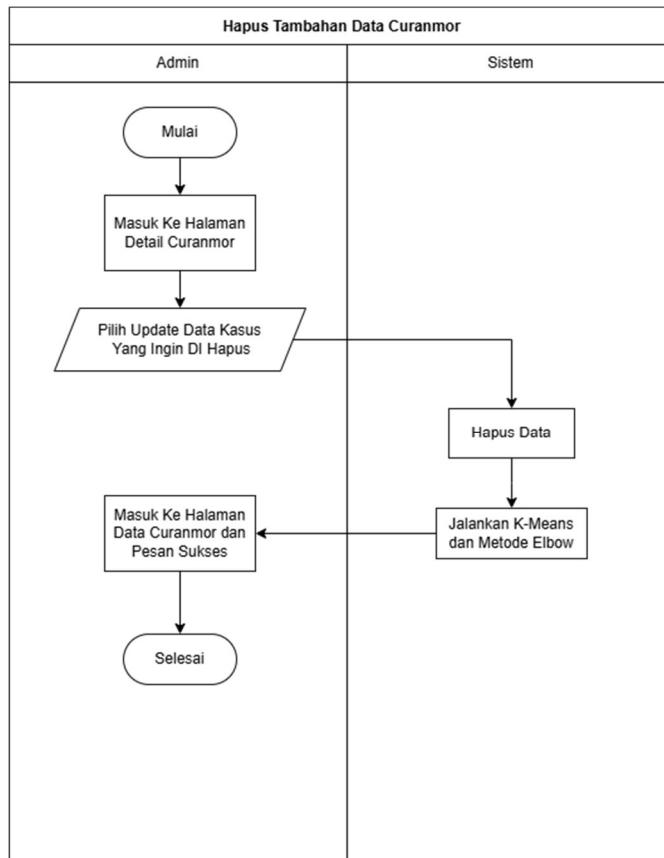
konfirmasi bahwa penambahan data yang telah dilakukan sebelumnya telah dibatalkan. Proses ini kemudian diakhiri.

d. Fitur Tambah Data Curanmor



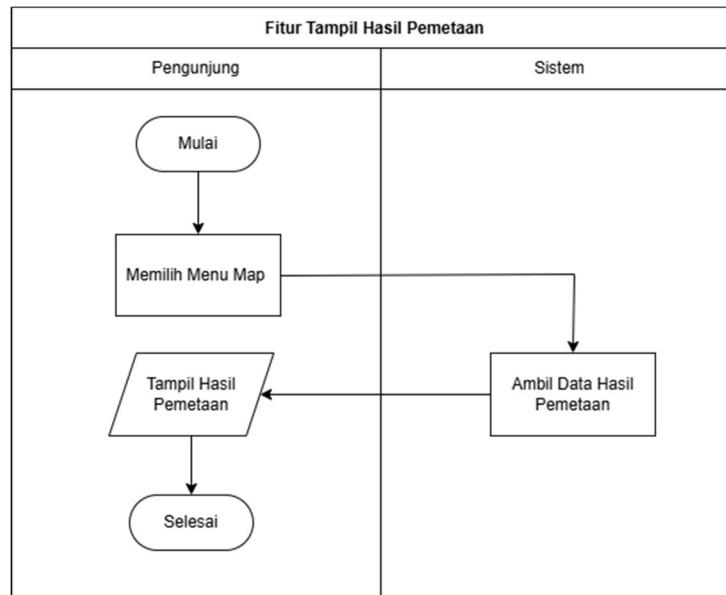
Ilustrasi *flowchart* sistem untuk proses penambahan data curanmor menunjukkan alur yang dijalankan oleh admin ketika ingin memasukkan data baru. Proses diawali dengan admin mengakses halaman tambah data curanmor, lalu memilih kecamatan dan mengisikan jumlah data curanmor sesuai wilayah tersebut. Sistem kemudian memverifikasi validitas data yang dimasukkan. Apabila ditemukan data tidak valid, sistem akan menampilkan pesan kesalahan (*error*) dan proses dihentikan. Sebaliknya, jika data dinyatakan valid, sistem akan menyimpan atau memperbarui data curanmor tersebut, lalu secara otomatis menjalankan perhitungan menggunakan algoritma *K-Means*. Setelah proses tersebut selesai, admin akan dialihkan kembali ke halaman data curanmor, dan proses pun dinyatakan selesai.

e. Fitur Batalkan Penambahan Data Curanmor



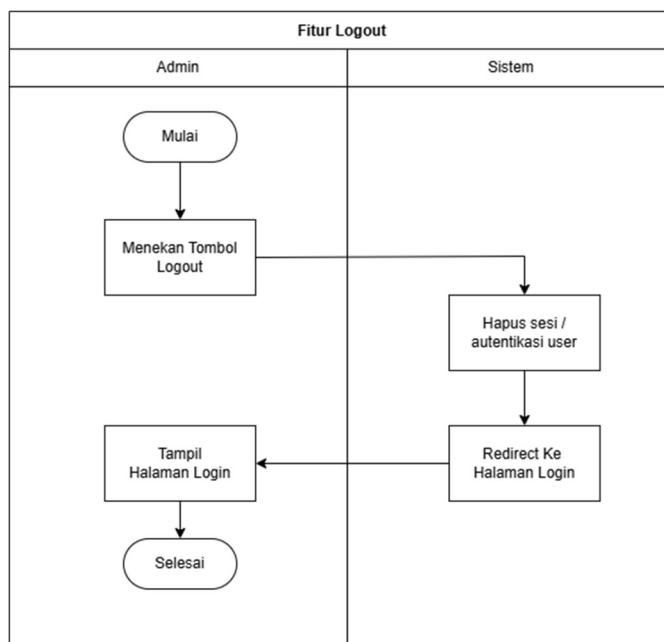
Ilustrasi *flowchart* sistem untuk fitur batalkan penambahan data curanmor, menunjukkan alur ketika admin ingin menghapus data curanmor yang telah ditambahkan sebelumnya. Proses diawali dengan admin membuka halaman detail kasus curanmor, lalu memilih opsi pembatalan pada data curanmor di kecamatan dan waktu tertentu. Setelah pilihan tersebut dikonfirmasi, sistem akan menghapus data yang dimaksud dan secara otomatis menjalankan ulang proses *K-Means* serta *Elbow Method* untuk memperbarui hasil pengelompokan. Setelah seluruh proses selesai, sistem akan mengarahkan admin kembali ke halaman data curanmor dengan notifikasi sukses sebagai tanda bahwa pembatalan telah berhasil dilakukan.

f. Fitur Menampilkan Hasil Pemetaan



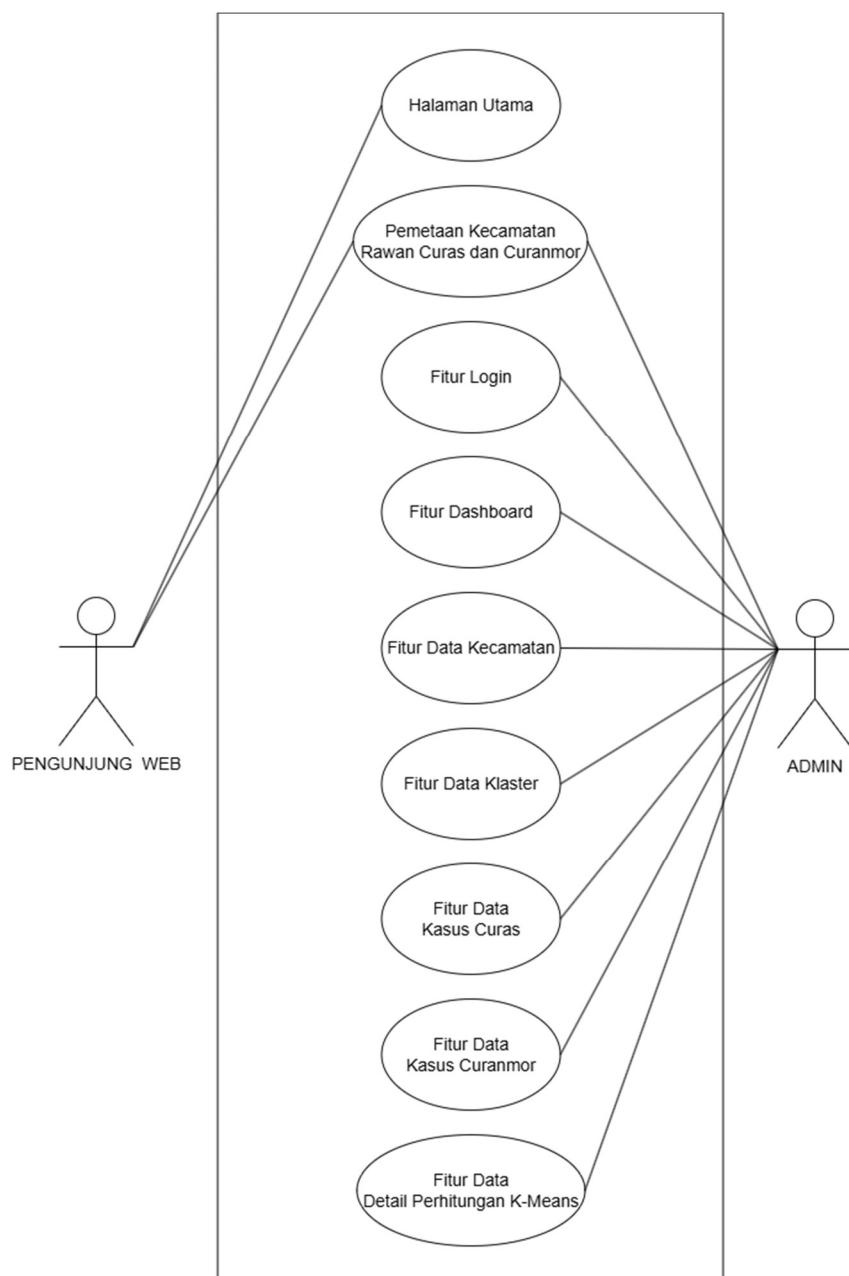
Gambar *flowchart* sistem untuk fitur menampilkan peta hasil klastering kasus curas dan curanmor menggambarkan proses ketika admin ingin melihat hasil klastering dalam tampilan peta berdasarkan kasus. Proses dimulai dengan admin memilih menu *map*, kemudian sistem akan menampilkan hasil pemetaan sesuai dengan kasus yang dipilih oleh admin, baik kasus curas maupun curanmor. Setelah peta berhasil ditampilkan kepada admin, proses berakhiri.

g. Fitur Logout



Gambar *flowchart* sistem untuk fitur *log out* menggambarkan proses saat admin keluar dari akun. Proses dimulai ketika admin menekan tombol *log out*, kemudian sistem menghapus sesi yang terkait dengan akun admin tersebut. Setelah sesi berhasil dihapus, sistem mengarahkan admin kembali ke halaman *login*, dan proses pun selesai.

4.4.2 Use Case Diagram

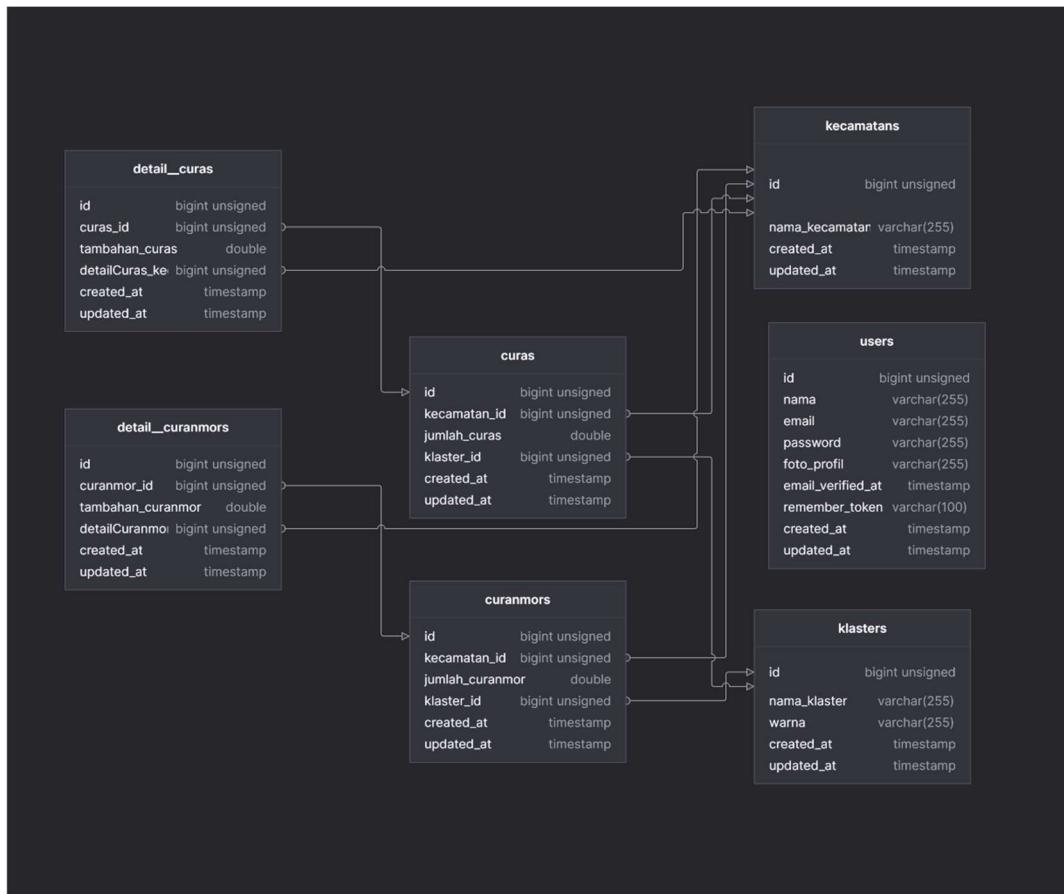


Gambar 4.3 Use Case Diagram

Pada gambar 4.4 dijelaskan terdapat dua pengguna dalam system yang akan dikembangkan. Dua pengguna tersebut merupakan admin dan pengunjung web yang memiliki hak akses yang berbeda beda dalam sistem. Admin mempunyai akses terhadap halaman *dashboard*, halaman data kecamatan, data klaster, data kasus curas, data kasus curanmor, dan detail perhitungan *k-means*. Fitur-fitur tersebut dapat di akses oleh admin dengan melakukan *login* terlebih dahulu.. Dapat dinyatakan bahwa admin mempunyai akses yang lebih tinggi terhadap *system*, karena dengan memiliki akses terhadap fitur-fitur tersebut, maka admin dapat juga mengubah data yang ada sehingga bisa mempengaruhi hasil *clustering* yang terjadi. Kemudian untuk pengunjung web memiliki hak akses pada halaman utama yang berisi peta hasil *clustering* kasus curas dan curanmor, sehingga dapat dinyatakan bahwa pengunjung web hanya dapat melihat data yang ditampilkan dan tidak dapat mengubahnya.

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*. Informasi dari kedua diagram tersebut membantu penulis dalam mengidentifikasi kebutuhan data serta relasi antar entitas yang dibutuhkan dalam sistem. 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 4.4 Database Sistem

Pada Gambar 4.5 yang merupakan struktur *database* yang digunakan pada Web SIG. Pada *database* tersebut terdiri dari tujuh tabel dengan tiga 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 4.5 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 4.6 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 4.7 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	id	bigint unsigned	▼	NULL	NULL
2	kecamatan_id	bigint unsigned	▼	NULL	NULL
3	jumlah_curas	double	▼	NULL	NULL
4	klaster_id	bigint unsigned	▼	NULL	YES
5	created_at	timestamp	▼	NULL	YES
6	updated_at	timestamp	▼	NULL	YES

Gambar 4.8 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 4.9 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 4.10 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>	<i>bigint unsigned</i>	▼ NULL	NULL	NO
2	<i>curanmor_id</i>	<i>bigint unsigned</i>	▼ NULL	NULL	NO
3	<i>tambahan_curanmor</i>	<i>double</i>	▼ NULL	NULL	NO
4	<i>detailCuranmor_kecamatan_Id</i>	<i>bigint unsigned</i>	▼ NULL	NULL	NO
5	<i>created_at</i>	<i>timestamp</i>	▼ NULL	NULL	YES
6	<i>updated_at</i>	<i>timestamp</i>	▼ NULL	NULL	YES

Gambar 4.11 Struktur Tabel Detail_Curanmors

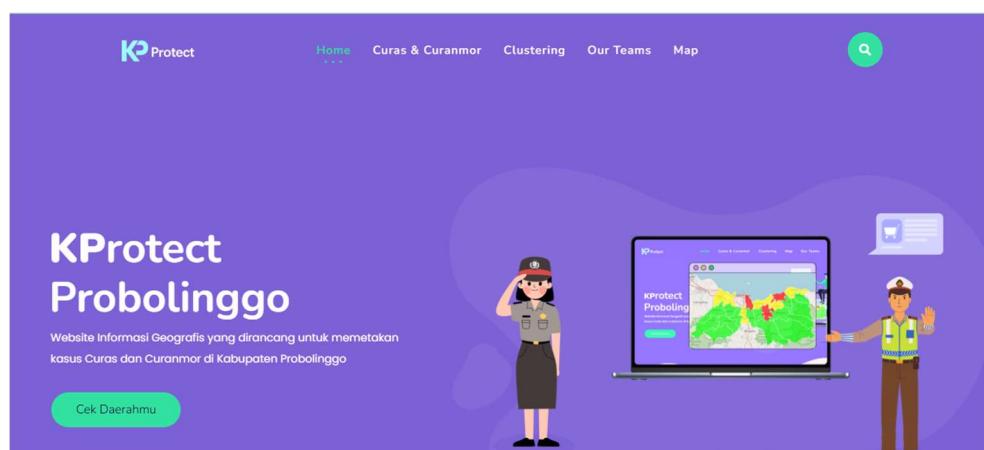
Gambar 4.12 menampilkan struktur tabel *detail_curanmor* yang dilampirkan oleh penulis sebagai bagian dari dokumentasi perancangan sistem. Tabel ini memuat enam *field*, yakni *id*, *curanmor_id*, *tambahan_curanmor*, *detailCuranmor_kecamatan_Id*, *created_at*, dan *updated_at*. *Field id* berperan 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 4.12 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

Apa Sih K - Means Clustering Itu ?



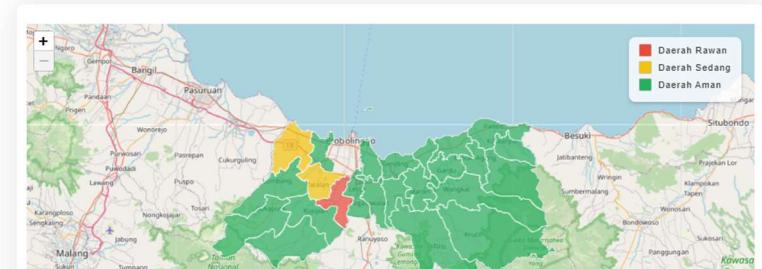
K - Means Clustering merupakan salah satu algoritma machine learning yang digunakan untuk memetakan data berdasarkan kemiripan dari masing - masing data. Terus bedanya K - Means dengan algoritma clustering yang lain apa ? Pada awal iterasi K - Means menggunakan nilai titik pusat klasternya secara acak.

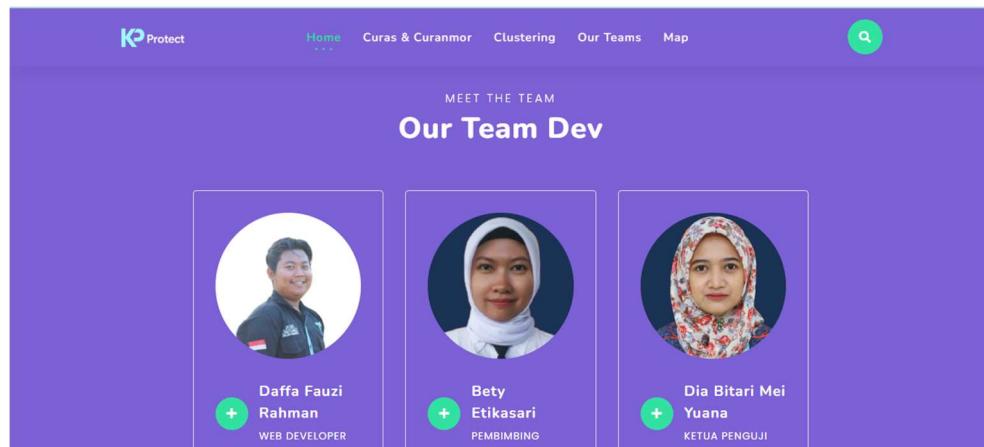
KProtect

Home Curas & Curanmor Clustering Our Teams Map

Pemetaan Kasus Curas dan Curanmor di Kabupaten Probolinggo

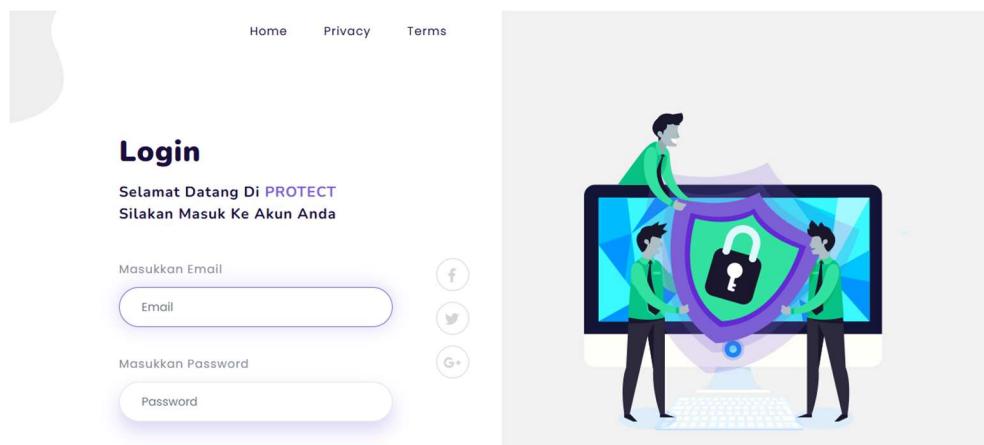
Curas **Curanmor**





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.

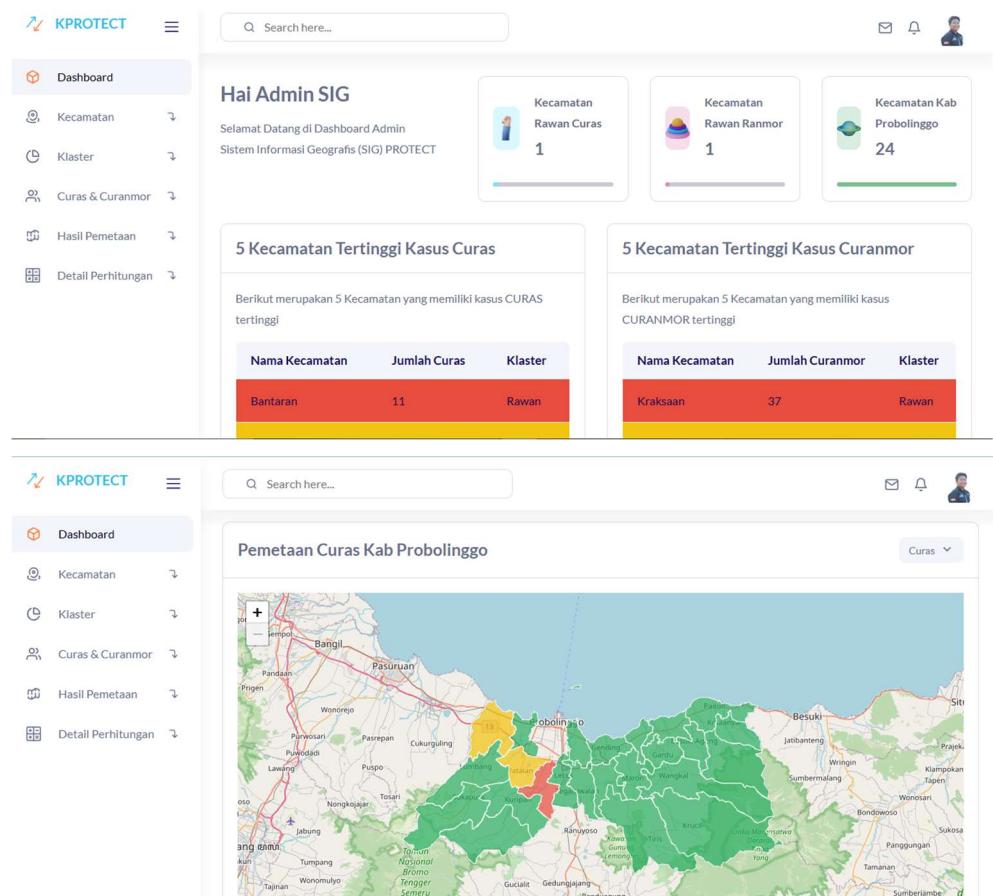
b. Halaman Login



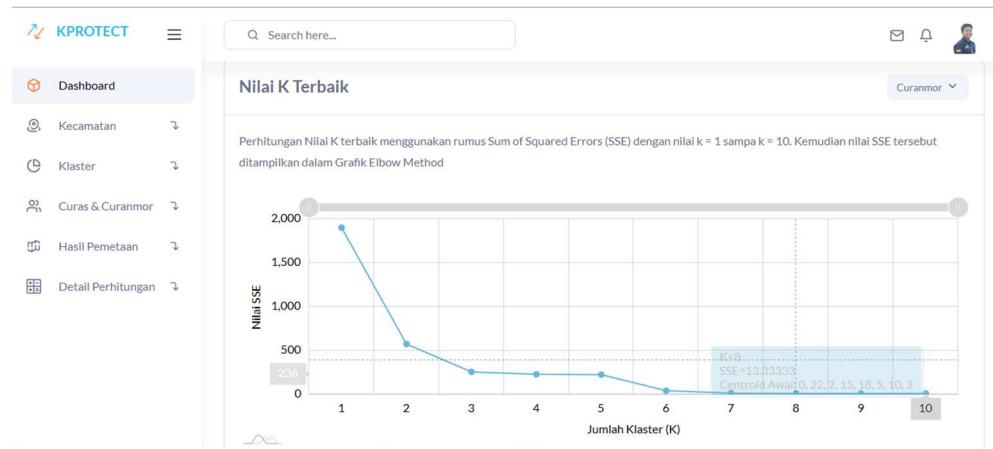
Gambar 4.13 Halaman Login

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 4.14 Halaman Dashboard Admin



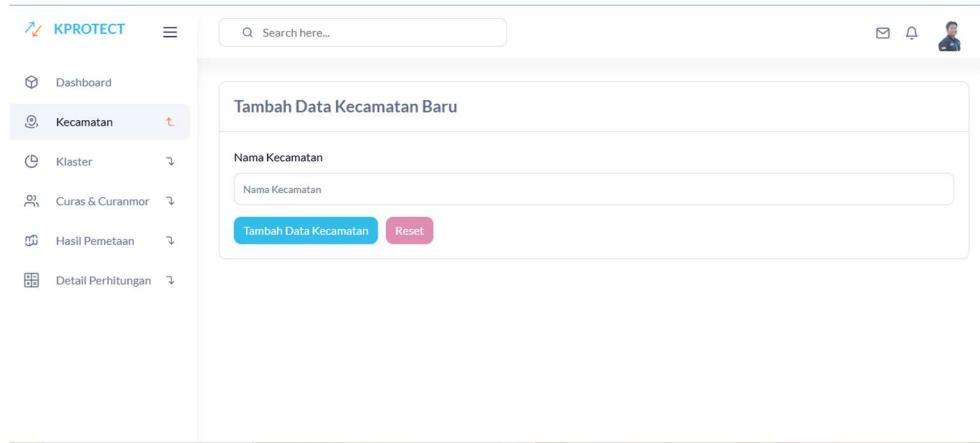
Selanjutnya, penulis menampilkan tampilan halaman dashboard pada Gambar 4 yang hanya dapat diakses oleh admin. Halaman ini dirancang untuk memberikan ringkasan informasi penting secara cepat dan terstruktur. Terdapat daftar lima kecamatan teratas dengan jumlah kasus curas tertinggi yang ditampilkan secara 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 kecamatans 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 delete).

	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 4.15 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 user interface for managing clusters. On the left, there's a sidebar with icons and labels: Dashboard, Kecamatan, Klaster (highlighted), Curas & Curanmor, Hasil Pemetaan, and Detail Perhitungan. The main area is titled 'Daftar Klaster' (Cluster List). It contains a search bar at the top right and a table below it. The table has columns: 'Id', 'Nama Klaster', 'Warna' (Color), and 'Action'. There are three rows in the table:

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

Gambar 4.16 Halaman Master Kkaster

The screenshot shows the KPROTECT web application interface. On the left, there is a sidebar with navigation items: Dashboard, Kecamatan, Klaster (highlighted in orange), Curas & Curanmor, Hasil Pemetaan, and Detail Perhitungan. The main content area has a header 'Tambah Klaster Baru' and two input fields: 'Nama Klaster' and 'Pilih Warna'. At the bottom are 'Tambah Klaster' and 'Reset' buttons.

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

Dashboard		Daftar Kasus Pencurian Dengan Kekerasan (CURAS)	
Berikut ini merupakan data kasus Pencurian Dengan Kekerasan (CURAS) pada masing masing kecamatan di Kabupaten Probolinggo		Tambah Kasus Curas	
Curas & Curanmor			
Hasil Pemetaan			
No	Nama Kecamatan	Jumlah Kasus Curas	Klaster
1	Bantaran	11	Rawa
2	Tongas	3	Sedang
3	Wonomerto	2	Sedang
4	Gading	1	Aman
5	Gending	1	Aman

Gambar 4.17 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 screenshot shows a table titled 'Daftar Kasus Pencurian Kendaraan Bermotor (CURANMOR)'. The table lists five kecamatan entries with their respective case counts and clusters:

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 screenshot shows a form titled 'Tambah Data Kasus Pencurian Kendaraan Bermotor (CURANMOR)'. It includes fields for 'Nama Kecamatan *' (dropdown menu labeled 'Pilih Kecamatan') and 'Jumlah Kasus Curanmor *' (text input field labeled 'Jumlah Kasus Curanmor'). Below the form are two buttons: 'Tambah Data Kasus Curanmor' (blue) and 'Reset' (pink).
- Screenshot 3: Detail Kasus Curanmor Per Tanggal**
This screenshot shows a table titled 'Detail Kasus Curanmor Per Tanggal'. The table has columns: 'Tanggal', 'Nama Kecamatan', 'Tambah Kasus Curanmor', 'Total Curanmor Per Kecamatan', and 'Batalkan Update Kasus'. The table currently contains no data.

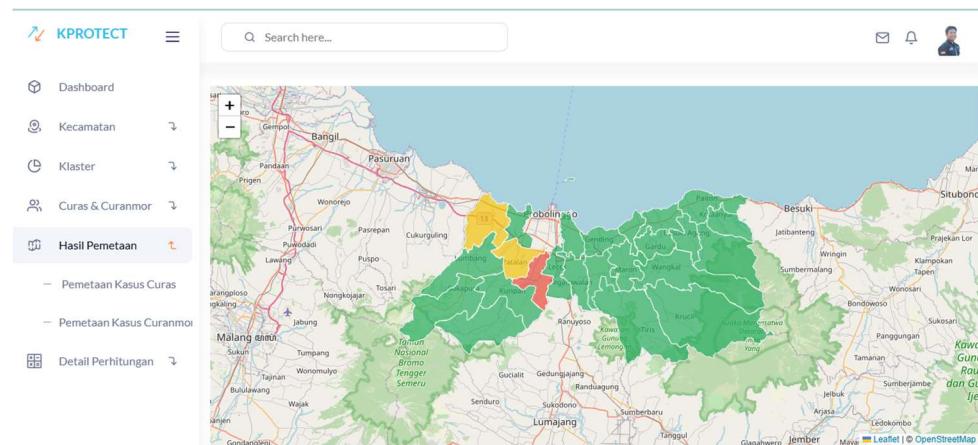
Gambar 4.18 Halaman Master Data Curanmor

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

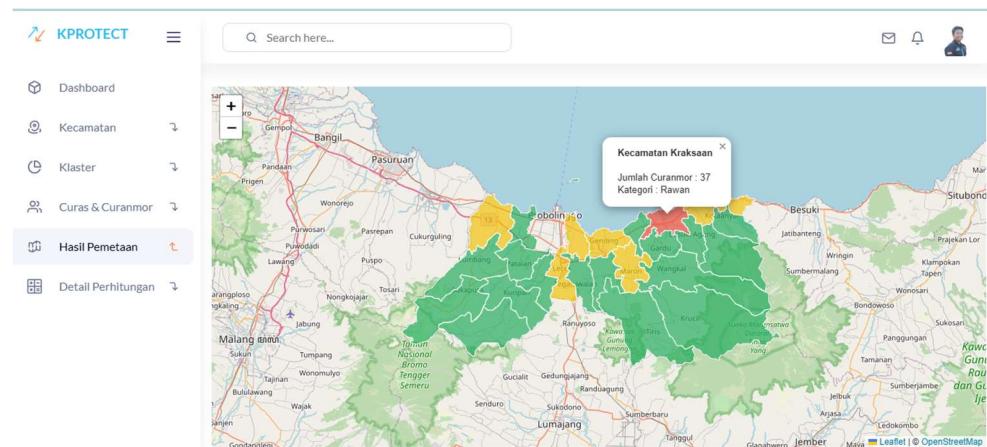
halaman data curanmor, ditampilkan informasi mengenai jumlah kasus pencurian kendaraan bermotor di tiap kecamatan, yang sumber datanya berasal dari tabel *curanmors*. Penyajian data dilakukan dengan mengurutkan kecamatan berdasarkan jumlah kasus terbanyak, sehingga memudahkan dalam mengenali daerah yang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

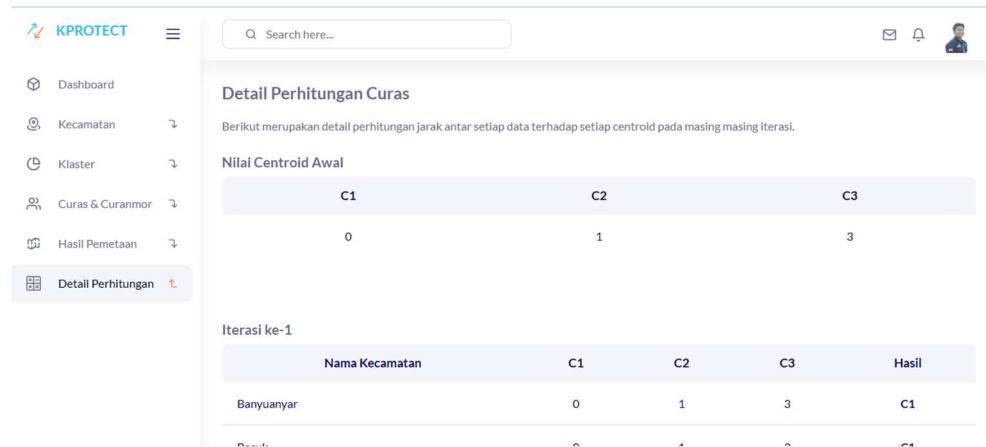


Gambar 4.19 Halaman Hasil Pemetaan



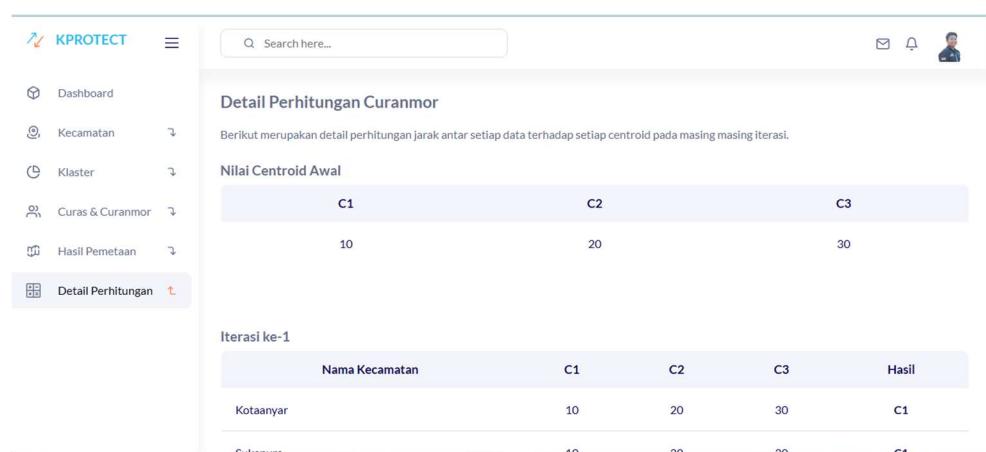
Penulis menampilkan halaman hasil pemetaan yang terdiri dari pemetaan kasus curas dan pemetaan kasus curanmor. Tampilan pemetaan ini menggunakan warna berbeda sesuai dengan kategori yang ditentukan berdasarkan data yang terdapat pada tabel klaster. Warna-warna tersebut digunakan untuk membedakan tingkat 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 4.20 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 yang terdapat pada Lampiran.

Hasil pengujian yang dilakukan pada setiap test case akan ditandai dengan kata pass atau simbol ✓ jika hasil yang diharapkan sesuai dengan apa yang terjadi pada sistem. Sedangkan kata fail atau simbol x jika hasil yang diharapkan tidak dipenuhi oleh sistem. Berikut hasil pengujian yang telah dilakukan pada setiap fitur terdapat pada tabel di bawah ini :

ID Test	Valid / Invalid	Hasil
Fitur Login		
LG1	Valid	Pass

LG2	Valid	Pass
LG3	Invalid	Pass
LG4	Invalid	Pass

Fitur Dashboard

DS1	Valid	Pass
DS2	Invalid	Pass
DS3	Valid	Pass

Fitur Data Kecamatan

KC1	Valid	Pass
KC2	Invalid	Pass
KC3	Valid	Pass
KC4	Valid	Pass

Fitur Data Klaster

KL1	Valid	Pass
KL2	Invalid	Pass
KL3	Valid	Pass
KL4	Valid	Pass

Fitur CRUD Data Curas

CS1	Valid	Pass
CS2	Invalid	Pass
CS3	Valid	Pass
CS4	Valid	Pass
CS5	Valid	Pass
CS6	Valid	Pass
CS7	Valid	Pass
CS8	Invalid	Pass
CS9	Invalid	Pass
CS10	Valid	Pass

CS11	Valid	Pass
------	-------	------

Fitur CRUD Data Curanmor

CM1	Valid	Pass
CM2	Invalid	Pass
CM3	Valid	Pass
CM4	Valid	Pass
CM5	Valid	Pass
CM6	Valid	Pass
CM7	Valid	Pass
CM8	Invalid	Pass
CM9	Invalid	Pass
CM10	Valid	Pass
CM11	Valid	Pass

Fitur Hasil Pemetaan

HP1	Valid	Pass
HP2	Valid	Pass
HP3	Valid	Pass
HP4	Valid	Pass

Fitur Detail Perhitungan

DP1	Valid	Pass
DP2	Valid	Pass

Validasi Perhitungan K-Means

VK1	Valid	Pass
VK2	Valid	Pass

Fitur Logout

LO1	Valid	Pass
-----	-------	------

Halaman Utama

LP1	Valid	Pass
-----	-------	------

LP2	Valid	Pass
LP3	Valid	Pass
LP4	Valid	Pass

Pada tabel di atas terdapat sebanyak 50 *test case* yang diuji menggunakan metode *black box testing* untuk memastikan bahwa setiap fungsi pada sistem berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Dari seluruh pengujian tersebut, semua *test case* berhasil dijalankan dengan hasil "pass", yang berarti sistem mampu merespons input dan menghasilkan output sesuai dengan spesifikasi. Dengan demikian, tingkat keberhasilan pengujian mencapai 100%, menunjukkan bahwa sistem telah memenuhi seluruh skenario pengujian yang dirancang tanpa ditemukan kesalahan pada fungsionalitas yang diuji.

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

Tabel 4.19 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
TOTAL	264	165	31	4	0	2081	2320	89,69828

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.

Kemudian 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
Total	14	8	0	3	0	108	125	86,4

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 **60%** 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.

4.5.3 Pengujian Metode

Pada tahapan ini dilakukan pengujian metode yang berupa validasi hasil *clustering* yang telah diproses oleh algoritma *k-means* pada setiap kasus curas maupun curanmor, terhadap ambang batas pengkategorian yang telah ditetapkan

kepolisian. Pengujian metode tersebut dilakukan pada setiap kasus, baik kasus curas maupun kasus curanmor. Untuk data uji yang digunakan, yaitu data kasus curas dan curanmor di tahun 2024. Berikut detail hasil pengujian metode yang telah dilakukan

a. Pengujian Metode Pada Kasus Curas

Hasil pengujian metode yang dilakukan pada kasus curas untuk data 2024 dapat terlihat pada tabel *CEK

Kecamatan	Jumlah Curas	Klaster Yang Dihasilkan			Keterangan
		Berdasarkan K-Means	Berdasarkan Ketetapan Polres		
Bantaran	0	Aman	Aman		Sama
Banyuanyar	0	Aman	Aman		Sama
Besuk	0	Aman	Aman		Sama
Dringu	0	Aman	Aman		Sama
Gading	1	Sedang	Aman		Berbeda
Gending	1	Sedang	Aman		Berbeda
Kotaanyar	0	Aman	Aman		Sama
Kraksaan	0	Aman	Aman		Sama
Krenjengan	0	Aman	Aman		Sama
Krucil	0	Aman	Aman		Sama
Kuripan	0	Aman	Aman		Sama
Leces	0	Aman	Aman		Sama
Lumbang	0	Aman	Aman		Sama
Maron	0	Aman	Aman		Sama
Paiton	0	Aman	Aman		Sama
Pakuniran	0	Aman	Aman		Sama
Pajarakan	0	Aman	Aman		Sama
Sukapura	0	Aman	Aman		Sama
Sumber	0	Aman	Aman		Sama

Sumberasih	1	Sedang	Aman	Berbeda
Tegalsiwalan	0	Aman	Aman	Sama
Tiris	0	Aman	Aman	Sama
Tongas	3	Rawan	Aman	Berbeda
Wonomerto	2	Sedang	Aman	Berbeda

Berdasarkan tabel *CEK hasil validasi menyatakan, dari 24 kecamatan terdapat 5 kecamatan yang hasil klaster akhir dari pengolahan *kmeans*-nya berbeda dengan kategori kerawanan yang telah ditetapkan oleh Polres. Secara detail ada 1 kecamatan yaitu Kraksaan yang menurut *k-means* masuk dalam klaster rawan, namun menurut ketetapan polres masuk ke dalam klaster yang aman. Sementara itu, empat kecamatan lainnya seperti Gading, Gending, Sumberasih, dan Wonomerto masuk dalam klaster sedang berdasarkan hasil *K-Means*, namun diklasifikasikan aman oleh Polres. Jika jumlah pengujian yang memberikan kesamaan hasil klaster *k-means* terhadap ketentuan Polres dihitung menggunakan presentase, akan menghasilkan nilai **79,1%**.

Beberapa perbedaan hasil klaster yang terjadi dikarenakan jumlah kasus curas yang terjadi pada tahun 2024 tergolong sangat kecil, sehingga seluruh kecamatan masih dianggap berada dalam kategori aman berdasarkan ambang batas yang ditetapkan oleh Polres (yaitu di bawah 16 kasus). Sementara itu, algoritma *K-Means* tidak mempertimbangkan besar atau kecilnya angka absolut secara langsung, melainkan membandingkan seluruh data secara relatif untuk membentuk pola pengelompokan. Oleh karena itu, meskipun semua kecamatan secara umum memiliki angka kasus yang rendah, algoritma tetap menghasilkan klaster berbeda berdasarkan kecenderungan distribusi data yang ada.

b. Pengujian Metode Pada Kasus Curanmor

Hasil pengujian metode yang dilakukan pada kasus curas untuk data 2024 dapat terlihat pada tabel *CEK

Kecamatan	Jumlah Curas	Klaster Yang Dihasilkan		Keterangan
		Berdasarkan K-Means	Berdasarkan Ketetapan Polres	

Bantaran	5	Aman	Aman	Sama
Banyuanyar	4	Aman	Aman	Sama
Besuk	2	Aman	Aman	Sama
Dringu	22	Sedang	Sedang	Sama
Gading	4	Aman	Aman	Sama
Gending	18	Sedang	Sedang	Sama
Kotaanyar	0	Aman	Aman	Sama
Kraksaan	37	Rawan	Rawan	Sama
Krenjengan	9	Aman	Aman	Sama
Krucil	3	Aman	Aman	Sama
Kuripan	2	Aman	Aman	Sama
Leces	13	Sedang	Aman	Berbeda
Lumbang	1	Aman	Aman	Sama
Maron	21	Sedang	Sedang	Sama
Paiton	14	Sedang	Aman	Berbeda
Pakuniran	4	Aman	Aman	Sama
Pajarakan	10	Aman	Aman	Sama
Sukapura	0	Aman	Aman	Sama
Sumber	1	Aman	Aman	Sama
Sumberasih	5	Aman	Aman	Sama
Tegalsiwalan	1	Aman	Aman	Sama
Tiris	2	Aman	Aman	Sama
Tongas	5	Aman	Aman	Sama
Wonomerto	2	Aman	Aman	Sama

Berdasarkan tabel *CEK hasil validasi menyatakan, dari 24 kecamatan terdapat 2 kecamatan yang hasil klaster akhir dari pengolahan *kmeans*-nya berbeda dengan kategori kerawanan yang telah ditetapkan oleh Polres. Secara detail kecamatan tersebut adalah Leces dan Paiton. Menurut algoritma *k-means* kedua kecamatan tersebut masuk ke dalam klaster sedang, namun berdasarkan ketentuan

Polres kedua kecamatan masuk kedalam klaster aman karena kasusnya di bawah 16 kasus. Jika jumlah pengujian yang memberikan kesamaan hasil klaster *k-means* terhadap ketentuan Polres dihitung menggunakan persentase, akan menghasilkan nilai **91,6%**.

Pada pengujian metode di kasus curanmor ini didapatkan nilai persentase kasus yang lebih besar daripada persentase kasus curas dan juga perbedaan hasil yang lebih kecil dari pada di kasus curas. Hal ini terjadi karena jumlah kasus yang terjadi lebih bervariasi dan juga memiliki rentang nilai yang mencangkup seluruh ambang batas yang ditetapkan polres, sehingga memungkinkan untuk memberikan hasil yang sama antara algoritma *k-means* dengan ketentuan yang ada pada Polres.

4.6 Analisis dan Pembahasan

4.6.1 Nilai K Optimal

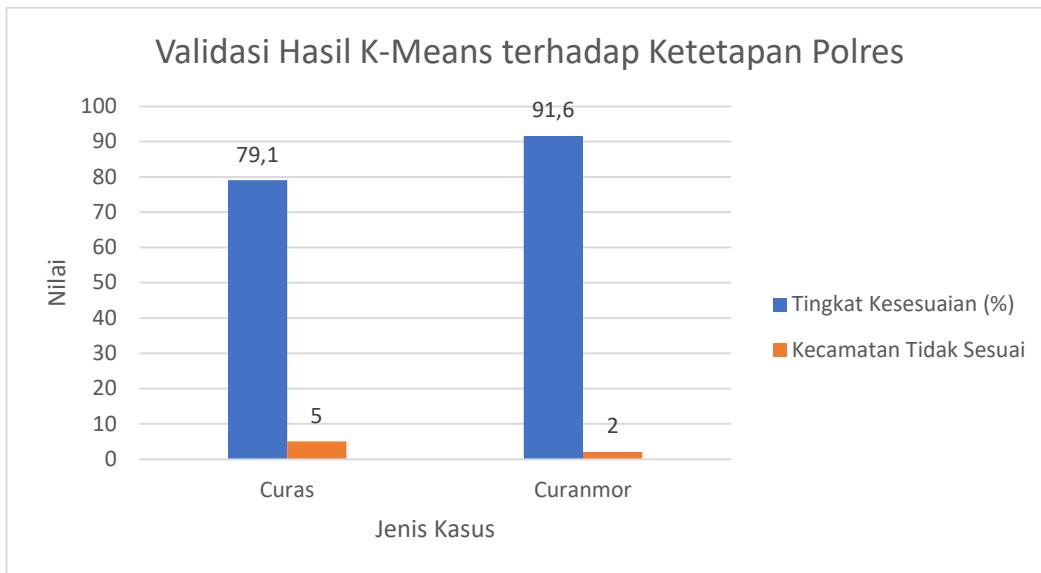
Kasus	Nilai k	Nilai SSE	Selisih SSE Dengan Sebelumnya (k=2 Dengan k=3)
Kasus Curas	3	0,52	0,09
Kasus Curanmor	3	0,03	0,06

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode *Elbow* pada data kasus curas dan curanmor yang dirangkum pada tabel*CEK, diperoleh bahwa nilai *Sum of Squared Error* (SSE) mengalami penurunan paling signifikan untuk kasus curas maupun kasus curanmor pada saat jumlah klaster berubah dari $k = 2$ ke $k = 3$. Pada kasus curas, selisih penurunan SSE mencapai 0,09, sedangkan pada curanmor sebesar 0,06. Penurunan yang cukup tajam ini menunjukkan adanya peningkatan efektivitas pengelompokan data ketika $k = 3$ dibandingkan dengan $k = 2$. Selain itu, grafik *Elbow* pada kedua kasus menunjukkan bentuk sudut siku yang jelas di titik $k = 3$, yang menandakan bahwa setelah titik tersebut penurunan nilai SSE cenderung landai atau stagnan. Dengan demikian, tidak terdapat manfaat yang signifikan jika jumlah klaster ditambah melebihi tiga. Oleh karena itu, nilai $k = 3$ ditetapkan sebagai jumlah klaster yang optimal untuk kedua jenis kasus, yaitu curas dan curanmor, serta menunjukkan konsistensi dalam pola penyebaran data yang diteliti.



Selain itu, berdasarkan hasil kuisioner User Acceptance Test (UAT) pada gambar CEK tentang nilai k yang mudah dipahami oleh pengguna. Mayoritas responden yang terdiri dari pihak kepolisian dan pengguna umum, juga lebih memilih tiga klaster sebagai jumlah kategori yang paling mudah dipahami. Dari 30 responden, sebanyak 18 responden atau sekitar 60% memilih tiga klaster, sedangkan sisanya terbagi rata memilih empat dan lima klaster. Pemilihan tiga klaster dianggap lebih representatif karena mudah dipahami dalam kategori “rawan”, “sedang”, dan “aman”. Hasil ini mendukung keputusan peneliti dalam menentukan tiga klaster sebagai jumlah yang optimal, tidak hanya secara teknis melalui perhitungan SSE dan grafik Elbow, tetapi juga secara praktis berdasarkan persepsi pengguna.

4.6.2 Penerapan Algoritma *K-Means* Pada Sistem



Berdasarkan grafik batang dan hasil pengujian terhadap dua jenis kasus curas dan curanmor, diperoleh gambaran bahwa tingkat kesesuaian algoritma K-Means dengan ketetapan Polres lebih tinggi pada kasus curanmor dibandingkan curas. Hal ini tercermin dalam grafik yang menunjukkan tingkat kesesuaian pada kasus curanmor mencapai 91,6%, **lebih tinggi dibandingkan dengan curas** yang hanya 79,1%. Sebaliknya, jumlah kecamatan dengan hasil klaster yang berbeda pada kasus curanmor hanya sebanyak 2 kecamatan, jauh **lebih sedikit dibandingkan kasus curas** yang mencapai 5 kecamatan.

Perbedaan tingkat kesesuaian ini selaras dengan hasil pembahasan masing-masing kasus. Pada kasus curas, perbedaan hasil terjadi karena jumlah kasus yang sangat kecil dan seragam di seluruh kecamatan, menyebabkan seluruh wilayah dikategorikan aman oleh Polres. Namun, algoritma *K-Means* tetap mengelompokkan data ke dalam tiga klaster berdasarkan pola distribusi relatif antar kecamatan, bukan angka mutlak, sehingga menghasilkan ketidaksesuaian klaster pada lima kecamatan.

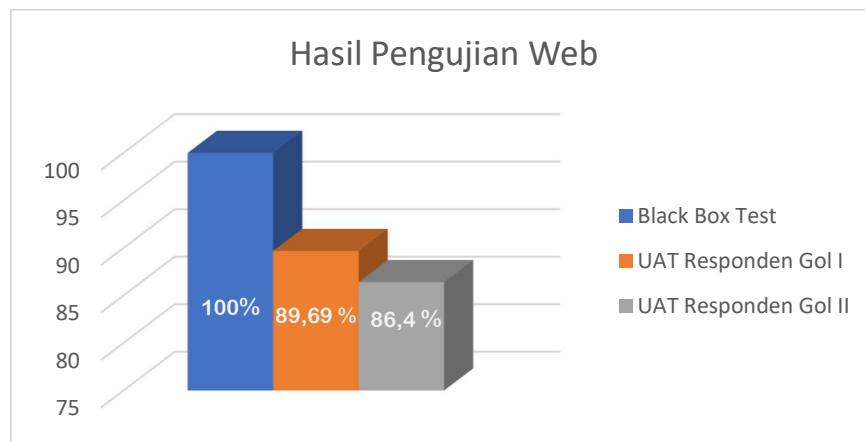
Sementara itu, pada kasus curanmor, variasi jumlah kasus antar kecamatan lebih besar dan mencakup keseluruhan rentang ambang batas yang ditetapkan oleh Polres. Hal ini memungkinkan hasil klustering *K-Means* lebih sesuai dengan klasifikasi resmi, karena algoritma dapat mendekripsi pola yang sejalan dengan kategori aman, sedang, dan rawan yang ditentukan secara manual.

Secara keseluruhan, validasi ini menunjukkan bahwa **performa algoritma K-Means cenderung lebih akurat ketika data memiliki sebaran nilai yang bervariasi dan tidak terlalu rendah secara keseluruhan**. Dalam konteks ini, kasus curanmor menjadi contoh di mana algoritma dapat bekerja lebih optimal dalam mengelompokkan wilayah berdasarkan tingkat kerawannya

4.6.3 Sistem Pemetaan Kasus Curas dan Curanmor Di Kabupaten Probolinggo

Sistem pemetaan yang dikembangkan dalam penelitian ini menampilkan visualisasi tingkat kerawanan wilayah melalui pewarnaan peta berdasarkan hasil algoritma K-Means Clustering. Setiap kecamatan dalam wilayah Kabupaten Probolinggo diwarnai sesuai dengan kategori klaster yang terbentuk, yaitu klaster

“rawan”, “sedang”, dan “aman”. Pewarnaan ini tidak hanya memudahkan pengguna dalam mengenali tingkat kerawanan tiap wilayah secara visual, tetapi juga menjadi representasi langsung dari hasil pengelompokan data menggunakan metode K-Means. Sistem ini dirancang agar mampu menampilkan hasil pemetaan untuk dua jenis kasus kriminalitas, yaitu curas dan curanmor, sehingga pengguna dapat membandingkan pola penyebaran kerawanan pada masing-masing kasus secara interaktif.



Berdasarkan pengujian yang dilakukan dari segi fungsionalitas maupun segi ekspektasi pengguna, maka dilakukan pengujian berupa *black box test* dan *User Acceptance Test* (UAT), yang hasilnya dirangkum pada grafik *CEK. *Black box testing* dilakukan dengan 50 *test case* yang mencakup seluruh fitur utama sistem. Hasil pengujian menunjukkan seluruh *test case* berhasil dijalankan dengan status *pass*, yang berarti sistem mampu menerima input, memproses data, dan menghasilkan output dengan benar. Tingkat keberhasilan pengujian ini mencapai **100%**, yang menunjukkan stabilitas dan keandalan sistem secara fungsional. Selain itu, penilaian pengguna melalui *User Acceptance Test* (UAT) juga memberikan hasil yang positif. Dari responden golongan I (pengunjung web), rata-rata skor UAT mencapai **89,69%** dan termasuk dalam kategori "Sangat Setuju". Sedangkan dari responden golongan II (pihak Polres Probolinggo), rata-rata skor mencapai **86,4%** dengan kategori yang sama. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem tidak hanya berfungsi **dengan baik** secara teknis, tetapi juga diterima **dengan sangat baik** oleh pengguna dari berbagai kalangan.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Penerapan Algoritma K-Means dengan Jarak Manhattan Pada Sistem

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. Namun ada dalam penelitian ini ditemukan bahwa performa algoritma *K-Means* cenderung lebih akurat ketika data memiliki sebaran nilai yang bervariasi dan tidak terlalu rendah secara keseluruhan

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

Visualisasi hasil *clustering* data curas dan curanmor dalam bentuk web pemetaan berbasis sistem informasi geografis telah berhasil diwujudkan menggunakan library Leaflet. Proses visualisasi ini diawali dengan pengolahan data menggunakan algoritma K-Means yang menghasilkan klaster C1, C2, dan C3, kemudian diinterpretasikan ulang menjadi kategori “aman”, “sedang”, dan “rawan” berdasarkan nilai centroid. Setiap klaster divisualisasikan pada peta wilayah Kabupaten Probolinggo dengan warna yang berbeda, sehingga memudahkan pengguna dalam memahami tingkat kerawanan tiap kecamatan.

4. Hasil Clustering Kasus Curas dan Curanmor

Hasil klasterisasi menunjukkan bahwa pada kasus curas, hanya Kecamatan Tongas yang termasuk dalam klaster rawan. Sementara itu, klaster sedang terdiri dari sepuluh kecamatan, seperti Banyuanyar, Gending, dan Wonomerto, sedangkan tiga belas kecamatan lainnya seperti Leces, Sukapura, dan Tiris masuk dalam kategori aman. Untuk kasus curanmor, Kecamatan Kraksaan menjadi satu-satunya wilayah dengan tingkat kerawanan tinggi, tujuh kecamatan seperti Dringu, Maron, dan Pajarakan tergolong sedang, dan enam belas kecamatan lainnya termasuk aman. Hasil ini memberikan gambaran yang jelas tentang distribusi tingkat kerawanan pada setiap kecamatan di Kabupaten Probolinggo.

5. Web GIS pemetaan daerah rawan curas dan curanmor berfungsi dan diterima dengan baik oleh pengguna

Pengujian sistem menggunakan metode Black Box dan UAT menunjukkan hasil memuaskan. Dari 50 *test case* Black Box, seluruhnya memperoleh hasil **PASS** atau bernilai **100%** yang menandakan semua fitur berfungsi sesuai harapan. Hasil UAT juga menunjukkan tingkat kepuasan tinggi, yaitu **89,69%** dari pengunjung umum (Golongan I) dan **86,4%** dari admin Polres Probolinggo (Golongan II). Hal ini membuktikan bahwa sistem berjalan baik secara teknis dan diterima oleh pengguna..

5.2 Saran

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

1. Jika penelitian selanjutnya memiliki data yang variasinya sedikit dan rentang datanya berdekatan dapat mempertimbangkan penerapan algoritma *klustering* yang lain.
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 agar informasi yang diberikan lebih informatif.

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>
- 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>
- 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>
- Wahyuningtyas, F. D., Arafat, A., Stiawan, A., & Rolliawati, D. (2023). Komparasi

Algoritma Hierarchical, K-Means, dan DBSCAN pada Analisis Data Penjualan Melalui Facebook. *Explore: Jurnal Sistem Informasi Dan Telematika*, 14(1), 7. <https://doi.org/10.36448/jsit.v14i1.2931>

LAMPIRAN

DATA KASUS CURANMOR DAN CURAS YANG TERJADI DI WILAYAH KAB. PROBOLINGGO PERIODE TAHUN 2022 – 2024

LAMPIRAN 1 Data Kasus Curas dan Curanmor POLres Probolinggo

18	POLSEK PAITON	14	7	0	0	25	18	1	0	14	9	0	0	0
19	POLSEK PAKUNIRAN	4	2	0	0	4	2	0	0	4	1	0	0	0
20	POLSEK TIRIS	2	0	0	0	1	1	0	0	4	1	0	0	0
21	POLSEK KRUCIL	3	1	0	0	8	5	0	0	2	0	0	0	0
22	POLSEK SUMBERASIH	5	3	1	1	2	1	0	0	3	2	0	0	0
23	POLSEK TONGAS	5	2	3	2	5	3	0	0	5	4	0	0	0
24	POLSEK WONOMERTO	2	1	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0
JUMLAH		173	88	2	1	197	127	3	1	233	147	4	2	

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 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.





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

Kecamatan	C1	C2	C3	Hasil
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)

Kecamatan	C1	C2	C3	Hasil
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