

ANALISIS PEMETAAN DAERAH LOKASI RAWAN KECELAKAAN JALAN TOL JAGORAWI MENGGUNAKAN METODE K-MEANS CLUSTER MELALUI VISUALISASI WEBGIS

Ibnu Alfiansyah, Erwin Hermawan, Nurul Kamilah

Teknik Informatika, Universita Ibn Khaldun Bogor
Jl. Sholeh Iskandar Kedungbadak, Kota Bogor, Indonesia
Alfiansyah05166@gmail.com

ABSTRAK

Kecelakaan lalu lintas di ruas Jalan Tol Jagorawi merupakan permasalahan yang terjadi secara konsisten setiap tahun dan memerlukan penanganan yang berbasis data serta analisis yang komprehensif. Penyajian data kecelakaan yang selama ini masih didominasi oleh statistik agregat belum mampu menggambarkan pola spasial dan temporal secara menyeluruh, sehingga proses identifikasi lokasi rawan kecelakaan menjadi kurang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memetakan daerah rawan kecelakaan dengan menggunakan metode K-Means Clustering yang diimplementasikan melalui perangkat lunak R-Studio, serta divisualisasikan dalam platform WebGIS agar dapat diakses secara interaktif oleh masyarakat dan pemangku kepentingan. Data yang dianalisis mencakup 198 insiden pada tahun 2018, 188 insiden pada tahun 2019, 119 insiden pada tahun 2020, dan 86 insiden pada tahun 2021. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada arah Ciawi–Cililitan, tingkat risiko tertinggi berada di KM 40+600–40+400, KM 22+400–22+200, dan KM 16+800–16+600, sedangkan pada arah Cililitan–Ciawi terdapat di KM 40+600–40+400, KM 35+800–35+600, KM 16+800–16+600, serta KM 12+000–11+800. Secara temporal, kecelakaan paling sering terjadi pada pukul 00.00–05.59. Metode K-Means berhasil mengelompokkan lokasi kecelakaan ke dalam empat tingkat kerawanan, dan visualisasi WebGIS membantu menentukan prioritas penanganan secara lebih efektif.

Kata kunci : *Kecelakaan Lalu Lintas, K-Means Clustering, WebGIS, Tol Jagorawi, Analisis Spasial.*

1. PENDAHULUAN

Kecelakaan lalu lintas merupakan suatu permasalahan yang sering terjadi di berbagai daerah. Berdasarkan data statistik kecelakaan lalu lintas jalan tol Jagorawi Unit Jasamarga Jagorawi (JMTO) dari tahun 2018-2021 mengalami pergerakan yang fluktuatif. Pada tahun 2018 terjadi 198 insiden kecelakaan, tahun 2019 terjadi 188 insiden kecelakaan, tahun 2020 terjadi 119 insiden kecelakaan dan pada tahun 2021 terjadi 86 insiden kecelakaan lalu lintas[1].

Data kecelakaan lalu lintas sangat berhubungan erat dengan data yang bersifat spasial temporal, yaitu memiliki informasi utama berupa lokasi dan waktu kejadian. Data yang bersifat demikian akan sangat efektif jika disajikan sebagai sebuah peta. Namun, pemanfaatan data kecelakaan lalu lintas masih kurang optimal karena hanya disajikan dalam bentuk statistik. Hal ini menyebabkan sulitnya menentukan daerah mana saja yang memiliki tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas. Sehingga informasi tentang daerah rawan kecelakaan sangat dibutuhkan oleh masyarakat dan pemerintah, sebagai bentuk upaya pencegahan dalam menangani masalah kecelakaan lalu lintas di tol Jagorawi[2]. Beberapa peneliti sebelumnya telah melakukan analisis lokasi rawan kecelakaan. Salah satu metode yang efektif untuk menganalisis dan mengelompokkan data berdasarkan karakteristiknya adalah K-Means Clustering, yang digunakan untuk memetakan lokasi daerah rawan kecelakaan. Namun, perlu dicatat bahwa penelitian-penelitian sebelumnya cenderung hanya

menitikberatkan pada identifikasi lokasi kecelakaan tanpa adanya segmentasi atau pengklasteran lebih lanjut berdasarkan tingkat kerawanan atau karakteristik spesifik lainnya[3]. Untuk mengatasi masalah tersebut dalam penelitian ini, digunakan Sistem Informasi Geografis untuk memetakan sebaran lokasi dan melakukan analisis[4]. Penelitian ini menyajikan informasi spasial pemetaan sebaran area rawan kecelakaan di jalur tol Jagorawi lajur Ciawi-Cililitan dan Cililitan-Ciawi. Metode K-Means Clustering melalui aplikasi R-Studio digunakan untuk melakukan klastering area rawan kecelakaan. Hasil dari penelitian ini adalah peta rawan kecelakaan di jalan tol Jagorawi lajur Ciawi- Cililitan dan Cililitan-Ciawi yang divisualisasikan dalam bentuk WebGIS[5].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (Geographic Information System / GIS) adalah sistem informasi khusus yang mengelola data yang memiliki informasi spasial (berefereksi keruangan). Secara umum pengertian Sistem Informasi Geografis adalah Suatu komponen yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data geografis dan sumberdaya manusia yang bekerja bersama secara efektif untuk memasukan, menyimpan, memperbaiki, memperbaharui, mengelola, memanipulasi, mengintegrasikan, menganalisa dan menampilkan[6].

- a. Turban, McLean, dan Wetherbe (1999)
Sistem Informasi adalah sebuah sistem informasi yang mempunyai fungsi mengumpulkan, memproses, menyimpulkan, menganalisis dan menyebarkan informasi untuk tujuan yang spesifik.
- b. Bodnar dan HopWood (1993)
Sistem Informasi adalah kumpulan perangkat keras dan lunak yang dirancang untuk mentransformasikan data kedalam bentuk informasi yang berguna.
- c. Alter (1992)
Sistem Informasi adalah kombinasi antara prosedur kerja, informasi, orang, dan teknologi informasi yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan dalam sebuah perusahaan.

2.2. Definisi K-Means Clustering

K-Means merupakan Algoritma clustering yang pertama kali diperkenalkan oleh James B MacQueen pada tahun 1976. Metode ini merupakan suatu metode clustering non-heirarchial yang umum digunakan yang relatif sederhana untuk mengelompokkan data dalam jumlah besar[7].

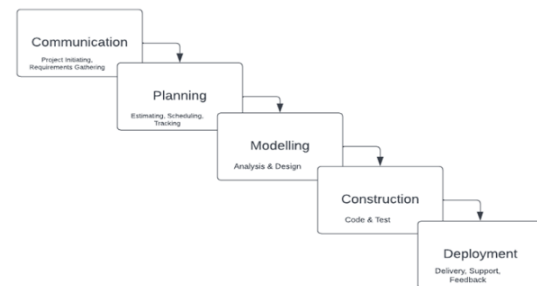
2.3. Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan

- a. Faktor Pengemudi
Sebagai orang yang membawa atau menyetir kendaraan, maka kendali kendaraan sesungguhnya ada di pengemudinya. Namun, kecelakaan lalu lintas kerap terjadi karena kondisi pengemudi yang mengantuk, tidak fokus, atau kelelahan, menyetir di bawah pengaruh obat-obatan, narkoba, atau alkohol, atau menyetir sambil melihat handphone atau tablet.
- b. Faktor Cuaca
Faktor cuaca juga dapat menyebabkan kecelakaan lalu lintas. Saat hujan tiba, kewaspadaan pun perlu ditingkatkan karena kecelakaan mudah sekali terjadi. Ketika hujan, kabut yang membiaskan kaca mobil dapat mempengaruhi kejelasan pandangan kita saat berkendara. Maka dari itu, jika kamu mengendarai kendaraan saat hujan, ada baiknya jika kamu berhati-hati dan tidak membawa kendaraan terlalu cepat sehingga dapat meminimalisir potensi kecelakaan.
- c. Faktor Kondisi Kendaraan
Kondisi kendaraan yang dikemudikan. Sayangnya, hal ini kerap kali tidak diperhatikan atau diabaikan. Padahal faktor kendaraan seperti kondisi mesin, rem, lampu, ban, dan muatan bisa menjadi penyebab kecelakaan. Maka dari itu, ada baiknya jika kamu selalu siaga untuk memastikan bahwa kondisi kendaraan yang hendak kamu kemudikan dalam keadaan baik dan aman[8].

2.4. Model Waterfall

Metode linear sequential model untuk pengembangan sistem waterfall adalah perangkat lunak yang dimulai dengan pelanggan dan memenuhi persyaratan dan kemajuan melalui tahapan

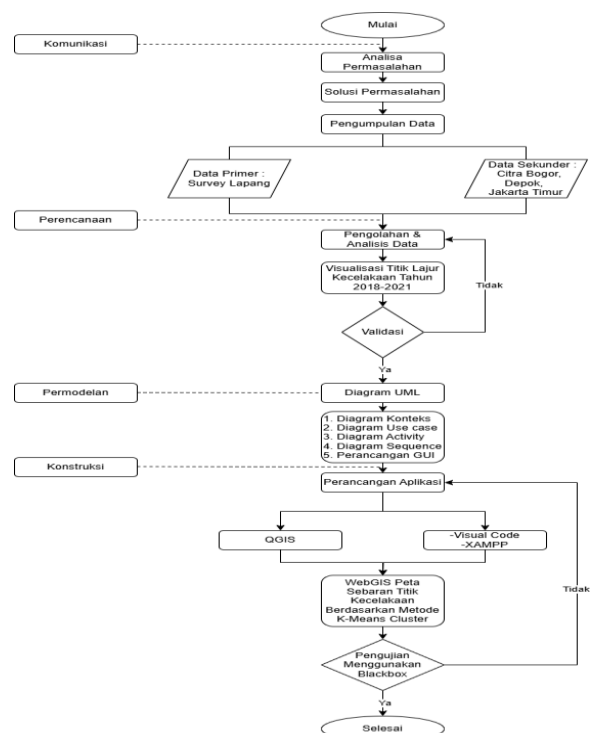
Communication, Planning, Modelling, Construction, dan Deployment. Metode ini mengakhiri dengan dukungan yang berkelanjutan untuk perangkat lunak yang telah selesai[9].



Gambar 1. Model Waterfall

3. METODE PENELITIAN

Metode Penelitian yang digunakan penulis menggunakan metode pengembangan sistem model *waterfall*, yang meliputi Komunikasi, Perencanaan, Permodelan dan Konstruksi. Metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Metode Penelitian

3.1. Komunikasi

Proses penelitian atau pemecahan masalah diawali dengan komunikasi yang efektif untuk mengidentifikasi dan menganalisis permasalahan secara mendalam melalui diskusi antar pihak terkait, sehingga akar masalah dan faktor penyebabnya dapat dipahami secara sistematis. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dirumuskan solusi yang tepat dan relevan dengan tetap mempertimbangkan berbagai sudut pandang agar penyelesaiannya efektif dan efisien. Tahap selanjutnya adalah pengumpulan data sebagai

dasar pengambilan keputusan, yang terdiri atas data primer melalui survei lapangan guna memperoleh informasi aktual, serta data sekunder dari citra satelit atau peta digital wilayah Bogor, Depok, dan Jakarta Timur untuk melengkapi serta memperluas analisis. Keseluruhan tahapan ini saling berkaitan dan menjadi fondasi pelaksanaan penelitian yang ilmiah dan terstruktur.

3.2. Perencanaan

Tahap perencanaan penelitian diawali dengan pengolahan dan analisis data yang telah dikumpulkan menggunakan metode statistik dan teknik pemetaan untuk menghasilkan informasi yang akurat dan dapat dipertanggungjawabkan. Analisis dilakukan guna mengidentifikasi pola distribusi dan frekuensi kecelakaan pada jalur tol selama periode 2018–2021, yang kemudian divisualisasikan dalam bentuk titik-titik lokasi kejadian untuk memberikan gambaran spasial mengenai tingkat kerawanan kecelakaan. Selanjutnya, hasil visualisasi divalidasi guna memastikan kesesuaian dan keakuratan data. Apabila ditemukan ketidaksesuaian, dilakukan perbaikan melalui proses analisis ulang hingga diperoleh hasil yang valid. Tahapan ini memastikan kualitas dan reliabilitas hasil penelitian sebelum dilanjutkan ke penyusunan rekomendasi atau implementasi kebijakan keselamatan lalu lintas.

3.3. Permodelan

Permodelan sistem dalam penelitian ini menggunakan pendekatan Unified Modeling Language (UML) sebagai bahasa pemodelan visual berorientasi objek untuk mendukung analisis, perancangan, dan dokumentasi kebutuhan sistem secara terstruktur. Tahapan dimulai dengan pembuatan diagram konteks untuk menggambarkan batasan sistem dan interaksinya dengan entitas eksternal, kemudian dilanjutkan dengan diagram use case guna mengidentifikasi fungsi utama serta hubungan antara aktor dan sistem. Selanjutnya, diagram activity digunakan untuk memodelkan alur proses bisnis secara sistematis, sedangkan diagram sequence menjelaskan interaksi antar objek beserta urutan pesan yang terjadi dalam sistem. Sebagai pelengkap, dirancang Graphical User Interface (GUI) yang memperhatikan prinsip usability dan user experience agar sistem mudah digunakan. Keseluruhan tahapan ini membentuk kerangka perancangan sistem yang komprehensif, efektif, dan sesuai kebutuhan pengguna.

3.4. Konstruksi

Tahap konstruksi diawali dengan implementasi model Unified Modeling Language (UML) sebagai acuan pengembangan aplikasi agar kebutuhan fungsional dan nonfungsional terstruktur dengan jelas. Pengembangan dilakukan dalam dua bagian utama, yaitu pengolahan data spasial menggunakan QGIS untuk memproses dan memvisualisasikan titik kecelakaan, serta pembangunan aplikasi WebGIS

menggunakan Visual Studio Code dan XAMPP sebagai server lokal. Data spasial yang telah diolah kemudian diintegrasikan dengan algoritma K-Means Clustering untuk mengelompokkan tingkat kerawanan kecelakaan. Aplikasi yang dihasilkan mampu menyajikan peta sebaran kecelakaan secara interaktif dan mendukung identifikasi area rawan sebagai dasar pengambilan keputusan. Tahap akhir dilakukan pengujian menggunakan metode blackbox untuk memastikan seluruh fungsi sistem berjalan sesuai spesifikasi. Jika ditemukan ketidaksesuaian, dilakukan perbaikan hingga aplikasi dinyatakan layak dan siap diimplementasikan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

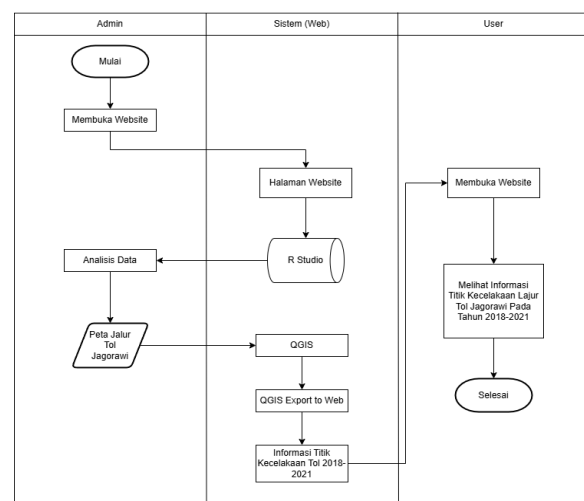
4.1. Komunikasi

a. Analisis Permasalahan

Analisa permasalahan yang terjadi berdasarkan hasil data dari Jasamarga Jagorawi diketahui bahwa masih mengalami naik turunnya kasus kecelakaan di sepanjang ruas tol Jagorawi, tercatat pada tahun 2018 mengalami 198 insiden, 2019 terjadi 188 insiden, 2020 terjadi 119 insiden, pada tahun 2021 terjadi 86 insiden titik kasus kecelakaan yang terbagi per 200 meter dari 48 kilometer panjangnya jalur Tol Jagorawi.

b. Solusi Permasalahan

Solusi permasalahan ini membuat sebuah visualisasi mengenai tingkat rawan kecelakaan sepanjang Tol Jagorawi pada tahun 2018-2021 dengan membuat cluster menggunakan R-Studio. Berikut tampilan sistem usulan gambar 3.



Gambar 3. Sistem Usulan

c. Pengumpulan Data

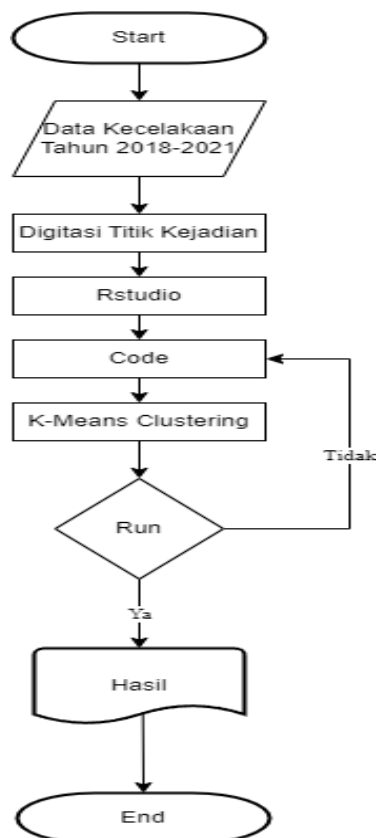
Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi dan menggunakan data sekunder :

d. Observasi dilakukan dengan memasuki Tol Jagorawi, data yang dikumpulkan meliputi : Titik koordinat Lokasi awal sampai titik lokasi terakhir penelitian.

- e. Studi Pustaka dilakukan dengan cara mengumpulkan, memahami penelitian sebelumnya dan jurnal-jurnal yang berkaitan.

4.2. Pengolahan Analisis Data

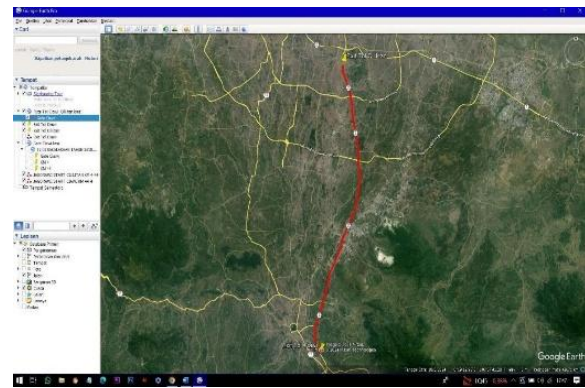
Pada tahap analisis spasial ini digunakan untuk menganalisis data-data spasial diantaranya data titik lokasi kejadian kecelakaan lajur tol Jagorawi, batas administrasi dan jaringan jalan Tol Jagorawi. Berikut ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Flowchart Pengolahan Analisis Spasial

4.3. Metode Kartometrik Menggunakan Google Earth.

Dalam tahap ini peneliti melakukan pengolahan data kecelakaan yang telah didapatkan dari unit Jasamarga Jagorawi. Dalam analisis ini data yang digunakan berupa data kecelakaan lalu lintas tahun 2018 sampai 2021. Tahap selanjutnya yaitu mengolah data untuk mendapatkan total korban yang dibagi menjadi 3 kategori, yaitu a. Luka Ringan b. Luka Berat c. Meninggal dan Pengumpulan titik-titik koordinat lokasi kejadian kecelakaan lalu lintas dilakukan dengan menggunakan metode kartometrik. Metode ini dilakukan dengan menggunakan bantuan peta citra satelit dari Google Earth. Ditunjukkan seperti pada Gambar 5.



Gambar 4. Digitasi Point Di Google Earth

4.4. Pengolahan Data Hasil Cluster Dengan R Studio.

Setelah data kecelakaan mendapatkan nilai x dan y dari hasil digitasi, maka dilakukan proses *Clustering* dengan *K-means* di *software* Rstudio. Memasukkan data kecelakaan ke dalam RStudio dan setelah melakukan pengambilan pada kolom tabel akan muncul seperti Gambar 6 dan Gambar 7.

No...	KMStart	KMStop	No...4	LR	LB	M
1	49000	48800	1	1	0	0
2	48800	48600	2	0	0	0
3	48600	48400	3	0	0	0
4	48400	48200	4	0	0	0
5	48200	48000	5	0	0	0
6	48000	47800	6	0	0	0
7	47800	47600	7	0	0	0
8	47600	47400	8	0	0	0
9	47400	47200	9	0	0	0
10	47200	47000	10	0	0	0
11	47000	46800	11	2	2	1
12	46800	46600	12	0	0	0
13	46600	46400	13	0	0	0
14	46400	46200	14	2	0	1
15	46200	46000	15	6	2	1
16	46000	45800	16	0	1	0
17	45800	45600	17	0	0	0
18	45600	45400	18	0	0	0
19	45400	45200	19	0	0	0
20	45200	45000	20	1	0	0
21	45000	44800	21	2	2	0
22	44800	44600	22	2	1	0
23	44600	44400	23	1	1	0
24	44400	44200	24	3	2	2
25	44200	44000	25	0	2	0

Showing 1 to 26 of 212 entries, 7 total columns

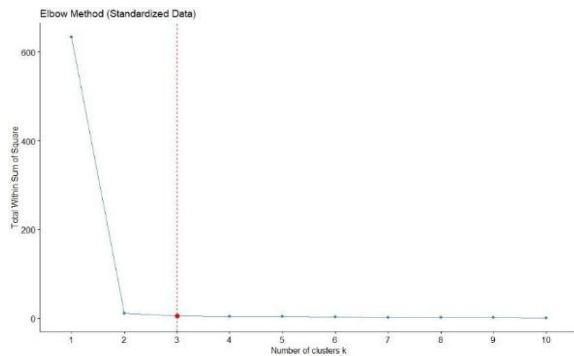
Gambar 5. Hasil Mengambil Kolom Pada Tabel

```

R 4.1.0 ~ /
$ LB: num 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
> #pengambilan kolom yang digunakan
> datakecelakaan01= data.frame(data[3:6])
> datakecelakaan01
  KMStop No...4 LR LB
1  48800     1  1  0
2  48600     2  0  0
3  48400     3  0  0
4  48200     4  0  0
5  48000     5  0  0
6  47800     6  0  0
7  47600     7  0  0
8  47400     8  0  0
9  47200     9  0  0
10 47000    10  0  0
11 46800    11  2  2
12 46600    12  0  0
13 46400    13  0  0
14 46200    14  2  0
15 46000    15  6  2
16 45800    16  0  1
17 45600    17  0  0
18 45400    18  0  0
19 45200    19  0  0
20 45000    20  1  0
21 44800    21  2  2
22 44600    22  2  1
23 44400    23  1  1
24 44200    24  1  1
  
```

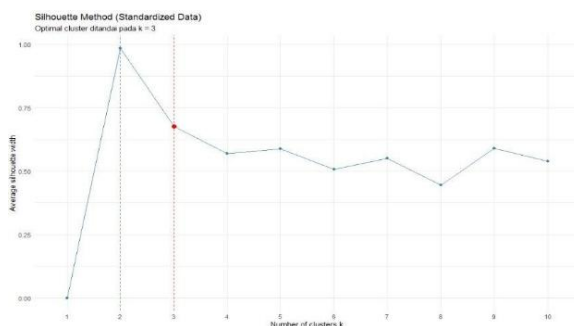
Gambar 6. Hasil Cluster

Hasil penentuan jumlah cluster yang baik dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9.



Gambar 8. Penentuan Jumlah Cluster Dengan Elbow

Gambar 8. ini dapat diamati penurunan drastis WCSS saat jumlah klaster meningkat dari 1 ke 2, dan kemudian penurunan yang signifikan dari 2 ke 3. Setelah klaster ke-3, penurunan WCSS menjadi jauh lebih landai dan tidak signifikan. Titik "siku" atau "lutut" yang optimal, di mana penurunan WCSS mulai melambat secara substansial, ditunjukkan oleh garis putus-putus merah pada $k=3$. Ini mengindikasikan bahwa 3 klaster adalah jumlah yang paling sesuai untuk data ini, karena menambahkan lebih banyak klaster tidak akan memberikan banyak informasi baru atau mengurangi varians dalam klaster secara substansial.



Gambar 9. Penentuan Jumlah Cluster Dengan Silhouette

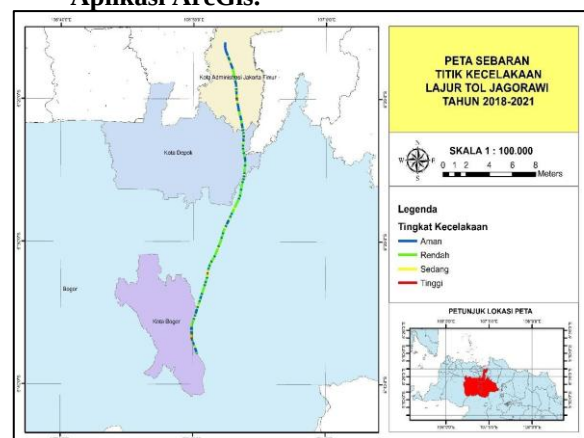
Gambar 9 Nilai *Average Silhouette Width* yang lebih tinggi menandakan klasterisasi yang lebih baik. Dari grafik, terlihat bahwa nilai *Average Silhouette Width* mencapai puncaknya pada $k=2$, yang ditunjukkan oleh garis putus-putus abu-abu. Namun, titik merah pada $k=3$ juga menyiratkan potensi jumlah klaster optimal yang berbeda, mungkin sebagai rekomendasi alternatif atau berdasarkan metode lain (seperti yang disebutkan dalam judul grafik "Optimal cluster ditandai pada $k=3$ "). Meskipun nilai *silhouette width* pada $k=3$ lebih rendah dari $k=2$, penurunannya tidak drastis dan masih menunjukkan pengelompokan yang cukup baik. Berdasarkan hasil pencarian jumlah cluster dengan menggunakan metode elbow dan silhouette masing-masing diperoleh k optimal berada di $k=3$. Dan Hasil pengklasteran dengan K-Means dapat dilihat pada Gambar 10.

cluster	cluster	19	3
1	3	20	3
2	3	21	3
3	3	22	3
4	3	23	3
5	3	24	2
6	3	25	3
7	2	26	3
8	3	27	2
9	3	28	3
10	3	29	3
11	3	30	3
12	3	31	3
13	3	32	2
14	2	33	3
15	2	34	2
16	3	35	3
17	3	36	3
18	3		

Gambar 10. Hasil Pengklasteran Dengan K-Means

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan metode K-Means Clustering, data dikelompokkan menjadi 3 cluster, dengan ukuran masing-masing cluster adalah: cluster 1: 54 data, cluster 2: 46 data, cluster 3: 44 data dan dalam penelitian ini, dilakukan klasterisasi untuk mengidentifikasi titik rawan kecelakaan berdasarkan lokasi dan karakteristik korban. Dari hasil klasterisasi, didapat tiga klaster yang masing-masing memiliki profil yang berbeda. Klaster 1 mengidentifikasi titik rawan di kilometer 24.600, dengan jumlah korban luka ringan -1-2, luka berat 0-1, dan 0-1 korban meninggal. Klaster 2 berpusat di kilometer 26.600, menunjukkan 3-5 korban luka ringan, 3-5 korban luka berat, dan 1 korban meninggal. Terakhir, Klaster 3 menyiratkan titik rawan di kilometer 40.600, dengan 5-9 korban luka ringan, 6-9 korban luka berat, dan lebih dari 5-8 korban meninggal. Data hasil klasterisasi ini direkomendasikan untuk disimpan dalam format .xls atau .csv guna memfasilitasi analisis lebih lanjut.

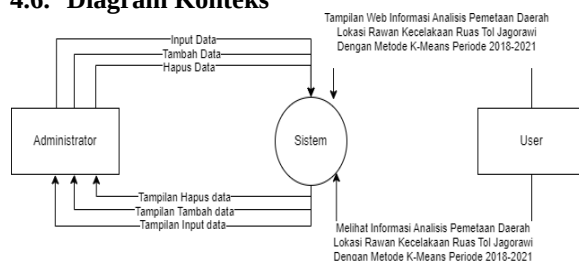
4.5. Pengolahan Data Hasil Cluster dengan Aplikasi ArcGis.



Gambar 11. Tampilan Line Pada Arcgis

Setelah melakukan pengklasteran data hasil cluster akan di tampilkan di Arcgis dan di convert menjadi .shp dengan melakukan Add data yang ada di pilihan menu file di ArcGis, pilih Add XY data lalu sesuaikan X dan Y. Bila sudah diconvert ke format .shp hasil *point* yang sudah menyatu dengan jalur akan muncul saat di *zoom to layer*. Hasilnya akan tampak seperti Gambar 11. Merupakan peta sebaran titik kecelakaan pada lajur Tol Jagorawi tahun 2018-2021 menunjukkan distribusi tingkat kecelakaan di sepanjang ruas tol yang melintasi wilayah Kota Administrasi Jakarta Timur, Kota Depok, dan Kota Bogor. Berdasarkan legenda, tingkat kecelakaan diklasifikasikan menjadi empat kategori, yaitu aman (biru), rendah (hijau), sedang (kuning), dan tinggi (merah). Dari visualisasi peta, mayoritas titik kecelakaan berada pada kategori rendah dan sedang, yang ditandai dengan dominasi warna hijau dan kuning di sepanjang jalur tol. Titik-titik dengan tingkat kecelakaan tinggi (merah) tampak tersebar secara terbatas dan cenderung terkonsentrasi di beberapa segmen tertentu, terutama mendekati wilayah perbatasan Kota Bogor.

4.6. Diagram Konteks

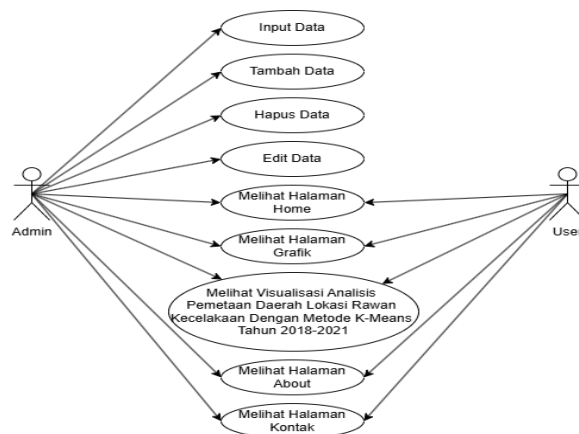


Gambar 12. Diagram Konteks

Diagram Konteks ini menjelaskan batasan sistem, yang dimana aktivitas apa saja yang dapat dilakukan oleh user yang ada di dalam website tersebut. Diagram Konteks ditunjukkan pada Gambar 12.

4.7. Diagram Use Case

Diagram usecase menggambarkan kegiatan aktor saat melakukan kegiatan pada sebuah system. Adapun Diagram Use case ditunjukkan pada Gambar 13.



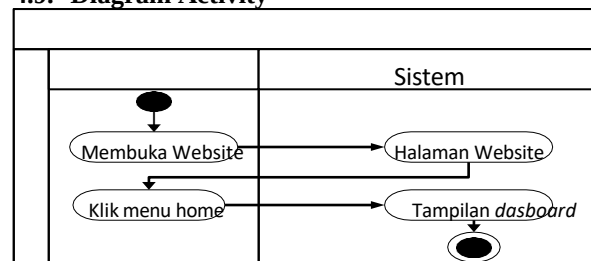
Gambar 13. Diagram Use Case

Tentang keterangan yang dilakukan oleh sistem yang terlibat pada sistem ditunjukkan pada penjelasan berikut, dalam sistem yang dikembangkan, terdapat dua aktor utama, yaitu administrator dan user. Administrator merupakan aktor yang memiliki peran penting dalam pengelolaan sistem, di mana administrator bertanggung jawab untuk mengelola data secara menyeluruh, termasuk melihat data, menambahkan data baru, menghapus data yang tidak diperlukan, serta melakukan perubahan atau pembaruan terhadap data yang sudah ada. Sementara itu, user merupakan aktor yang memiliki hak akses terbatas, yaitu hanya dapat melihat dan mengakses informasi yang tersedia dalam sistem tanpa memiliki kewenangan untuk melakukan perubahan terhadap data tersebut.

4.8. Daftar List Use Case

- Input data merupakan proses yang dilakukan oleh administrator untuk melakukan penambahan data ke dalam sistem.
- Tambah data adalah kegiatan memasukkan data baru ke dalam basis data agar dapat digunakan dalam sistem.
- Hapus data merupakan proses menghapus data yang sudah ada di dalam basis data ketika data tersebut tidak lagi diperlukan.
- Melihat halaman Home adalah proses di mana pengguna atau user dapat mengakses dan melihat tampilan utama sistem.
- Melihat halaman About merupakan proses bagi pengguna untuk mengetahui informasi mengenai sistem melalui halaman About.
- Melihat halaman Grafik adalah proses di mana pengguna dapat melihat visualisasi data dalam bentuk grafik yang tersedia pada sistem.
- Melihat informasi analisis dan pemetaan daerah lokasi rawan kecelakaan ruas tol periode 2018–2021 merupakan proses di mana pengguna dapat mengakses informasi terkait data kecelakaan pada ruas Tol Jagorawi selama periode tersebut.
- Melihat halaman Contact adalah proses di mana pengguna dapat melihat informasi kontak yang tersedia pada system.

4.9. Diagram Activity



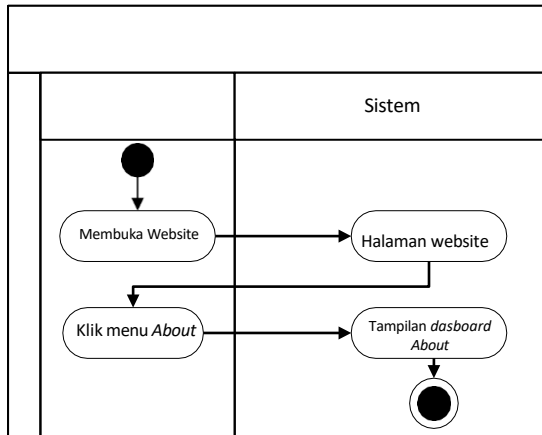
Gambar 14. Diagram Tampilan Home

Diagram ini menggambarkan proses alur aktivitas – aktivitas yang tersedia di dalam sistem yang sedang dirancang. Diagram Aktifitas menggambarkan bagaimana suatu aktivitas berawal, Activity diagram

melihat peta menjelaskan proses saat menjalankan fungsi untuk melihat peta ruas kecelakaan jalur tol jagorawi dan kemungkinan apa saja penggambaran diagram aktifitas dari masing – masing aktivitas yang dapat dilakukan terhadap sistem.

4.10. Diagram Aktifitas user

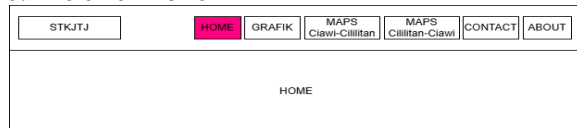
melihat halaman *Home* pada *WEB GIS* ditunjukkan pada Gambar 15



Gambar 15. Diagram Tampilan About

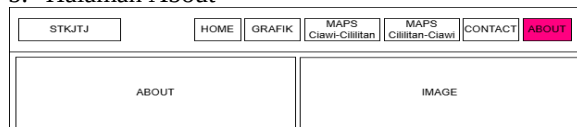
4.11. Perancangan Grafik User Interface

a. Halaman Home



Gambar 16. Desain Halaman Home

b. Halaman About



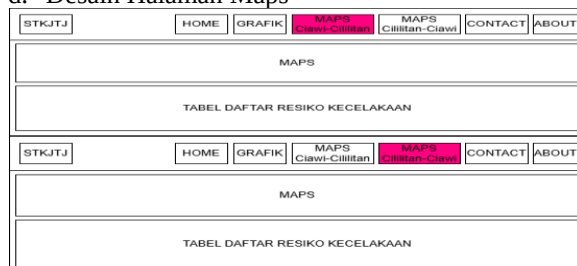
Gambar 17. Desain Halaman About

c. Halaman Grafik



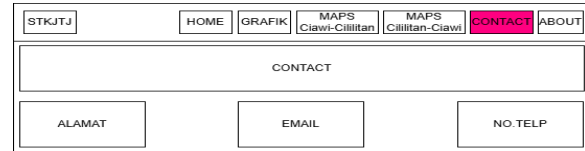
Gambar 18. Desain Halaman Grafik

d. Desain Halaman Maps



Gambar 19. Desain Halaman Maps

e. Desain Halaman Contact



Gambar 20. Desain Halaman Contact

4.12. Penjelasan Perancangan Grafik User Interface

a. Halaman Home

Design Interface Halaman *Home* menampilkan Halaman awal saat halaman pertama kali dijalankan, pada tampilan ini terdiri dari tampilan *Home*, *Gallery*, *Maps*, dan *Contact*.

b. Halaman About

Design Interface Menu *About* menampilkan yang berisi penjelasan tentang penggunaan lahan.

c. Halaman Grafik

Design interface Grafik menampilkan grafik kecelakaan pertahun.

d. Halaman Maps

Desain Interface Menu *Maps* menampilkan hasil analisis yang di buat.

e. Halaman Contact

Design Interface Menu *Contact* menampilkan alamat, nomor handphone, dan gmail.

4.13. Konstruksi

a. Perancangan Aplikasi

Perancangan Aplikasi menggunakan open source visual studio dengan bahasa yang dikenali oleh sistem yaitu Pemrograman Hypertext Preprocessor (PHP), Cascading Style Sheets (CSS) sistem bisa dijalankan menggunakan server offline yaitu XAMPP agar dapat dilihat bentuk tampilan websitenya.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil memetakan dan menganalisis kerawanan kecelakaan di Tol Jagorawi menggunakan metode K-Means Clustering, dengan hasil berupa identifikasi titik rawan utama pada jalur Ciawi–Cililitan (Km 16.800–16.600, Km 22.400–22.200, dan Km 40.600–40.400) serta Cililitan–Ciawi (Km 40.600–40.400, Km 35.800–35.600, Km 16.800–16.600, dan Km 12.000–11.800), yang umumnya terjadi pada pukul 00.00–05.59. Hasil ini menunjukkan pengelompokan tingkat kerawanan kecelakaan secara objektif dan terstruktur. Selain itu, visualisasi berbasis WebGIS mampu menyajikan informasi spasial secara interaktif untuk mendukung akses data, pemantauan, dan pengambilan keputusan oleh pihak terkait. Penelitian selanjutnya disarankan memperluas cakupan data dan variabel, seperti cuaca, waktu kejadian, dan kepadatan lalu lintas, agar hasil analisis lebih akurat dan komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Oktopianto and S. Pangesty, "Analisis Daerah Lokasi Rawan Kecelakaan Jalan Tol," vol. 8, no. 1, 2021.
- [2] A. W. Groho, "1963-1989 BESERTA DAMPAK EKONOMI," 2017.
- [3] W. Aprianti, J. Permadi, J. T. Informatika, P. Negeri, and T. Laut, "K-MEANS CLUSTERING UNTUK DATA KECELAKAAN LALU LINTAS K-MEANS CLUSTERING FOR HIGHWAY TRAFFIC ACCIDENT DATA IN PELAIHARI SUB DISTRICT," vol. 5, no. 5, 2019.
- [4] J. T. Santoso, *Sistem informasi geografis*.
- [5] L. L. Latifah *et al.*, "MENGUNAKAN CLUSTER ANALYSIS DI KOTA BOGOR," vol. 8, no. 2, 2022.
- [6] I. B. Ristanto, Y. Retno, W. Utami, and T. Susyanto, "Penerapan Metode Clustering dengan Fuzzy C-Means untuk Memetakan Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas di Surakarta," no. 2, pp. 27–36, 2021.
- [7] D. T. Sipil and F. T. Sipil, "Analisis Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas pada Ruas Jalan Tol Surabaya-Gempol," vol. 8, no. 1, pp. 54–59, 2019.
- [8] S. S. Wijaya, M. Lubis, and M. H. M. Hasibuan, "ANALISA DAERAH RAWAN KECELAKAAN DI JALAN TOL BELMERA," vol. 1, no. 1, pp. 35–43, 2022.
- [9] R. S. Pressman and B. R. Maxim, *Software Engineering*.
- [10] T. K. Titus and M. Jajuli, "Clustering Data Kecelakaan Lalu Lintas di Kecamatan Cileungsi Menggunakan Metode K-Means," *Gener. J.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–12, 2022,