

## PEMETAAN DAERAH RAWAN KECELAKAAN DI KOTA SEMARANG DENGAN MENGGUNAKAN METODE *CLUSTER ANALYSIS* (STUDI KASUS : KECAMATAN BANYUMANIK DAN TEMBALANG)

Argnes Dionanda Resza Pradipta<sup>\*)</sup>, Moehammad Awaluddin, Arief Laila Nugraha

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788  
Email : [argnesd@gmail.com](mailto:argnesd@gmail.com)

### ABSTRAK

Kecelakaan lalu lintas merupakan salah satu permasalahan di kota besar di Indonesia. Sulit untuk mengetahui daerah yang memiliki tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas tinggi, karena kecelakaan lalu lintas bisa terjadi di tempat dan waktu yang berbeda. Untuk mengatasi masalah kecelakaan lalu lintas, dibutuhkan upaya pencegahan maupun penanganan. Pada penelitian ini akan dibuat suatu analisis terhadap daerah rawan kecelakaan di Kota Semarang dengan Sistem Informasi Geografis. Metode yang digunakan untuk memetakan daerah rawan kecelakaan adalah *Cluster Analysis* menggunakan Algoritma *K-Means* dan *Fuzzy C-Means*. Dalam metode *K-Means*, tingkat kemiripan anggota diukur dengan kedekatan objek terhadap nilai rata-rata pada *cluster*. Sedangkan dalam *Fuzzy C-Means*, pengklasteran data ditentukan oleh tingkat derajat keanggotaan. Hasil pengelompokan *cluster* dari kedua algoritma tersebut ditumpang susunkan, kemudian divisualisasikan dengan perangkat lunak SIG. Dari penelitian ini didapatkan 249 kejadian kecelakaan yang tersebar di 33 ruas jalan Kecamatan Banyumanik dan Tembalang. Tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas paling tinggi untuk Kecamatan Banyumanik berada di ruas jalan Perintis Kemerdekaan, sedangkan Kecamatan Tembalang berada di ruas jalan Kedungmundu Raya. Dari *Fuzzy C-Means Clustering* dihasilkan 10 segmen jalan kategori rawan dan 18 segmen jalan kategori cukup rawan dengan tingkat kesesuaian sebesar 69,697%, dan dari *K-Means Clustering* dihasilkan 39 titik pusat rawan kecelakaan dengan rata-rata jarak titik kejadian kecelakaan ke titik pusat *cluster* sebesar 51,539 meter.

**Kata Kunci** : *Cluster Analysis*, Kecelakaan Lalu Lintas, SIG

### ABSTRACT

*Traffic accidents are one of the biggest problems in big cities in Indonesia. It is difficult to know which areas that have vulnerability of traffic accidents, because traffic accidents can happen in different places and times. To overcome the problem of traffic accidents, prevention and handling are required. In this research will be made an analysis to accident-prone areas in Semarang City with Geographic Information System. The method used to mapping the accident prone areas is Cluster Analysis using K-Means and Fuzzy C-Means Algorithms. In the K-Means method, the degree of member resemblance is measured by the proximity of the object to the mean value of the cluster. While in Fuzzy C-Means, clustering data is determined by the degree of membership. The clustering results of the two algorithms are then overlaid, then visualized with GIS software. From this research, 249 accidents were found in 33 Banyumanik and Tembalang District roads. The highest level of traffic accident vulnerability for Banyumanik Subdistrict is on the Perintis Kemerdekaan road, while Tembalang District is on the Kedungmundu Raya road section. From Fuzzy C-Means Clustering resulted 10 road segments are vulnerable categories and 18 road segments are quite vulnerable category with a suitability level of 69,697%, and from K-Means Clustering resulted 39 center point of accident with average distance from accident to the center point amounting to 51,539 meters.*

**Keywords** : *Cluster Analysis, GIS, Traffic Accidents*

<sup>\*)</sup>Penulis Utama, Penanggung Jawab

## I. Pendahuluan

### I.1. Latar Belakang

Kota Semarang yang menjadi ibukota Provinsi Jawa Tengah merupakan kota metropolitan terbesar kelima di Indonesia setelah Jakarta, Surabaya, Medan, dan Bandung. Menurut Badan Pusat Statistik Kota Semarang, Tahun 2015 jumlah penduduk Kota Semarang mencapai 1.595.187 jiwa, dengan laju pertumbuhan 0.59 %.

Data dari Satlantas Polrestabes Semarang menunjukkan bahwa pada tahun 2017 terdapat 936 kejadian kecelakaan dengan jumlah tertinggi berada di bulan Agustus 2017 dengan 97 kejadian kecelakaan. Pada bulan tersebut di Kecamatan Banyumanik terdapat 5 kejadian kecelakaan (5,15%) dan di Kecamatan Tembalang terdapat 6 kejadian kecelakaan (6,18%). Intensitas kendaraan di dua kecamatan tersebut cukup tinggi karena di Kecamatan Banyumanik menjadi gerbang masuknya kendaraan dari arah Kabupaten Semarang yang umumnya merupakan kendaraan berat, sedangkan di Kecamatan Tembalang menjadi pusat kegiatan mahasiswa Universitas Diponegoro.

Kecelakaan lalu lintas merupakan masalah umum bagi kota besar di Indonesia. Kecelakaan lalu lintas dapat terjadi di berbagai tempat dengan waktu dan faktor penyebab yang berbeda, hal ini menyebabkan sulitnya menentukan daerah mana yang memiliki tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas. Informasi tentang daerah rawan kecelakaan sangat dibutuhkan oleh masyarakat, kepolisian lalu lintas, dan pemerintah kota.

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem yang berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi-informasi geografis. SIG dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis objek-objek dan fenomena di mana lokasi geografis merupakan karakteristik yang penting untuk dianalisis (Aronoff, 1989).

Dalam SIG, salah satu metode yang bisa digunakan untuk menganalisis serta mengelompokkan suatu data adalah *Cluster Analysis*. *Cluster Analysis* adalah sebuah proses untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa *cluster* atau kelompok sehingga data dalam satu *cluster* memiliki tingkat kemiripan maksimum dan data antar *cluster* memiliki kemiripan minimum (Tan, 2006). Dengan metode tersebut nantinya dapat dibuat sistem informasi persebaran daerah rawan kecelakaan lalu lintas berbasis komputer.

Berdasarkan penjelasan yang telah diuraikan sebelumnya, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang pemetaan daerah rawan kecelakaan di Kecamatan Banyumanik dan Kecamatan Tembalang Kota Semarang dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis dan menggunakan metode *Cluster Analysis*. Hasil dari penelitian ini adalah peta rawan kecelakaan yang nantinya dapat digunakan bagi pihak-

pihak terkait dalam upaya pencegahan terjadinya kecelakaan lalu lintas.

### I.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dijabarkan diatas, maka permasalahan yang di dapat sebagai berikut:

1. Bagaimana melakukan pemetaan kejadian kecelakaan lalu lintas di Kecamatan Banyumanik dan Tembalang?
2. Bagaimana mengaplikasikan metode *Cluster Analysis* untuk pemetaan daerah rawan kecelakaan lalu lintas di Kecamatan Banyumanik dan Tembalang?

### I.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah pengaplikasian metode *Cluster Analysis* untuk memetakan daerah rawan kecelakaan.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengelompokkan data informasi kecelakaan lalu lintas Kecamatan Banyumanik dan Tembalang menggunakan *Cluster Analysis*.
2. Memetakan daerah rawan kecelakaan lalu lintas di Kecamatan Banyumanik dan Tembalang.
3. Analisis daerah rawan kecelakaan lalu lintas di Kecamatan Banyumanik dan Tembalang dari daerah yang paling aman sampai daerah yang rawan.

### I.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Dapat membantu Satlantas Polrestabes Semarang dalam mengelompokkan daerah rawan kecelakaan.
2. Memberikan informasi daerah rawan kecelakaan kepada masyarakat, sehingga meningkatkan antisipasi dan kesadaran akan pentingnya keselamatan berkendara.
3. Dapat membantu pemerintah Kota Semarang dalam meningkatkan sarana dan prasarana jalan.
4. Dapat digunakan sebagai referensi dalam melakukan penelitian selanjutnya menggunakan metode *Cluster Analysis*.

### I.5. Ruang Lingkup Penelitian

Batasan pada penelitian ini diantaranya :

1. Daerah penelitian ini adalah wilayah Kecamatan Banyumanik dan Tembalang.
2. Data yang dikelompokkan adalah kecelakaan lalu lintas yang terjadi di jalan arteri, kolektor, dan lokal.
3. Data kecelakaan yang digunakan adalah data kecelakaan lalu lintas tahun 2016-2018 dari Satlantas Polrestabes Semarang.
4. Faktor yang diamati adalah lokasi kecelakaan, jumlah kejadian kecelakaan, dan kondisi korban kecelakaan.
5. Metode yang digunakan adalah *Cluster Analysis* dengan mengoverlay hasil algoritma *K-Means*

dan *Fuzzy C-Means* untuk mengidentifikasi daerah rawan kecelakaan.

- Validasi dilakukan dengan membandingkan data rawan kecelakaan hasil *Clustering* dengan data kecelakaan pada empat bulan pertama tahun 2018 dari Satlantas Polrestabes Semarang.

## II. Tinjauan Pustaka

### II.1. Lokasi Penelitian

Wilayah studi dalam penelitian ini adalah Kecamatan Banyumanik yang memiliki luas ±25,13 km<sup>2</sup> dengan kepadatan penduduk ±5.399,48 jiwa/km<sup>2</sup>, dan Kecamatan Tembalang yang memiliki luas ±40,6 km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk di tahun 2015 sebanyak ±156.868 jiwa.

### II.2. Lalu Lintas

Dalam Undang-Undang No 22 tahun 2009, lalu lintas didefinisikan sebagai gerak kendaraan dan orang di Ruang Lalu Lintas Jalan, sedang yang dimaksud dengan Ruang Lalu Lintas Jalan adalah prasarana yang diperuntukkan bagi gerak pindah kendaraan, orang, dan/atau barang yang berupa jalan dan fasilitas pendukung.

### II.3. Kecelakaan Lalu Lintas

Kecelakaan lalu lintas menurut Undang-Undang No 22 tahun 2009 adalah suatu peristiwa di jalan yang tidak terduga dan tidak disengaja yang melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pengguna jalan lain yang mengakibatkan korban manusia dan/atau kerugian harta benda. Beberapa faktor penyebab kecelakaan lalu lintas antara lain (Dendy, 2014) :

- Faktor Manusia
- Faktor Kendaraan
- Faktor Jalan
- Faktor Lingkungan

Sedangkan menurut Menurut Pusdiklat Perhubungan Darat, 1998, daerah rawan kecelakaan dikelompokkan menjadi tiga diantaranya, lokasi rawan kecelakaan (*hazardous sites*), rute rawan kecelakaan (*hazardous routes*) dan wilayah rawan kecelakaan (*hazardous area*).

### II.4. Jalan

Jalan adalah seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta diatas permukaan air, kecuali jalan rel dan jalan kabel (UU Nomor 22 pasal 1 ayat 12 Tahun 2009). menurut Alik Ansyori, 2001, pengelompokkan jalan berdasarkan fungsi jalan yaitu :

- Jalan Arteri Primer  
Adalah jalan yang menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kedua.
- Jalan kolektor primer  
Adalah jalan yang menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang kedua atau

menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang ketiga.

- Jalan lokal primer  
Adalah jalan yang menghubungkan kota jenjang kesatu dengan persil atau menghubungkan kota jenjang kedua dengan persil atau kota jenjang ketiga dengan kota jenjang ketiga, kota jejang ketiga dengan kota dibawahnya, atau kota jenjang ketiga dengan persil atau kota dibawah jenjang ketiga sampai persil.
- Jalan arteri sekunder  
Adalah jalan yang menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kedua.
- Jalan lokal sekunder  
Adalah jalan yang menghubungkan antar kawasan sekunder ketiga atau dibawahnya dan kawasan sekunder dengan perumahan.

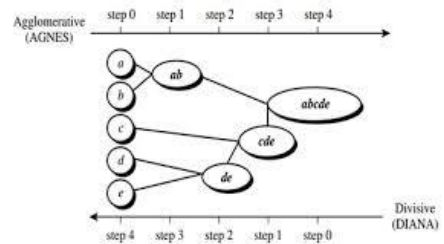
### II.5 Cluster Analysis

Menurut Tan (2006), *clustering* adalah sebuah proses untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa *cluster* atau kelompok sehingga data dalam satu *cluster* memiliki tingkat kemiripan maksimum dan data antar *cluster* memiliki kemiripan minimum.

Metode *Clustering* secara umum dapat dibagi menjadi dua yaitu *Hierarchical Clustering* dan *Partitional Clustering* (Han dkk, 2011)

#### 1. Hierarchical Clustering

Pada *Hierarchical Clustering*, data dikelompokkan melalui suatu bagan yang berupa hirarki, dimana terdapat penggabungan dua grup yang terdekat disetiap iterasinya ataupun pembagian dari seluruh set data kedalam *cluster*. Contoh metode *Hierarchical Clustering* : *Single linkage, Complete Linkage, Average Linkage*. Berikut adalah gambar diagram proses *Hierarchical Clustering*:

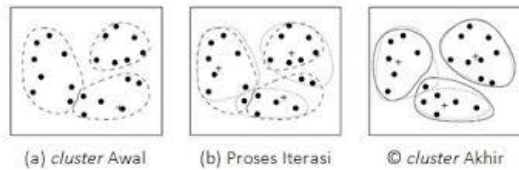


Gambar 1. Hierarchical Clustering

#### 2. Partitional Clustering

Pada *Partitional Clustering*, data dikelompokkan ke dalam sejumlah *cluster* tanpa adanya struktur hirarki antara satu dengan lainnya. Pada metode *Partitional Clustering*, setiap *cluster* memiliki titik pusat (*centroid*) dan secara umum metode ini memiliki fungsi yaitu untuk meminimalkan jarak (*dissimilarity*) dari seluruh data ke pusat *cluster* masing-masing. Contoh metode

Partitional Clustering : K-Means, Fuzzy C-Means, dan Mixture Modelling.



Gambar 2 Proses K-Means Clustering

**II.6 Algoritma K-Means Clustering**

Metode *K-Means* merupakan metode *clustering* yang memiliki kemampuan mengelompokkan data dalam jumlah yang cukup besar dengan waktu komputasi yang cepat. *K-Means* merupakan salah satu metode *Partitional Clustering* berbasis titik pusat (*centroid*) yang pertama kali diusulkan oleh MacQueen (1967) dan dikembangkan oleh Hartigan & Wong (1975) dengan tujuan untuk dapat membagi M data poin dalam N dimensi kedalam K *cluster* dimana proses *clustering* dilakukan dengan meminimalkan jarak *sum squares* antara data dengan masing-masing pusat *cluster*. Langkah-langkah melakukan *clustering* dengan metode *K-Means* adalah sebagai berikut (Ong, 2013) :

1. Tentukan jumlah K *cluster*.
2. Inisialisasikan K pusat *cluster*. Inisialisasi ini dilakukan dengan cara *random*.
3. Alokasikan masing-masing data ke *centroid*/rata-rata terdekat. Kedekatan dua objek ditentukan berdasarkan jarak kedua objek tersebut. Demikian juga kedekatan suatu data ke *cluster* tertentu ditentukan jarak antara data dengan pusat *cluster*. Dalam tahap ini perlu dihitung jarak tiap data ke tiap pusat *cluster*. Jarak paling dekat antara satu data dengan data satu *cluster* tertentu akan menentukan suatu data masuk dalam *cluster* mana. Untuk menghitung jarak digunakan rumus *Euclidean Distance Space* yaitu (Agusta, 2007) :

$$D_{L2}(x_2, x_1) = \|x_2 - x_1\|_2 = \sqrt{\sum_{j=1}^p (x_{2j} - x_{1j})^2} \dots (1)$$

Keterangan :  
 $x_1$  : Objek Data  
 $x_2$  : *Centroid*  
 $P$  : Dimensi Data  
 $D$  : Jarak

4. Menentukan kembali pusat *cluster* yang baru dengan cara menghitung rata-rata dari keanggotaan *cluster* yang sekarang. Lakukan pengalokasian objek ke *cluster* terdekat dengan menggunakan *centroid* yang baru. Apabila ada anggota yang berpindah *cluster*, ulangi lagi langkah ke 4. Jika tidak ada anggota yang berpindah *cluster* maka proses selesai .

**II.7 Algoritma Fuzzy C-Means Clustering**

*Fuzzy C-Means* (FCM) merupakan salah satu metode *clustering* yang pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. FCM menggunakan model pengelompokan fuzzy sehingga data dapat menjadi anggota dari semua *cluster* dengan derajat keanggotaan yang berbeda antara 0 hingga 1.

Konsep dasar *Fuzzy Clustering* yang pertama kali adalah menentukan pusat *cluster*, yang akan menandai lokasi rata-rata untuk tiap-tiap *cluster*. Pada kondisi awal, pusat *cluster* ini masih belum akurat. Tiap-tiap titik data memiliki derajat keanggotaan untuk tiap-tiap *cluster*. Dengan cara memperbaiki pusat *cluster* dan derajat keanggotaan tiap-tiap titik data secara berulang, maka akan dapat dilihat bahwa pusat *cluster* akan bergerak menuju lokasi yang tepat. Perulangan ini didasarkan pada minimasi fungsi objektif yang menggambarkan jarak dari titik data yang diberikan ke pusat *cluster* yang terbobot oleh derajat keanggotaan titik data tersebut. Output dari FCM merupakan deretan pusat *cluster* dan beberapa derajat keanggotaan untuk tiap-tiap titik data (Sari, 2014). Langkah-langkah melakukan *clustering* dengan metode *Fuzzy C-Means* adalah sebagai berikut :

1. Masukkan data yang akan dikelompokkan, berupa matriks berukuran  $n \times m$  ( $n$  = jumlah data,  $m$  = atribut data).
2. Tentukan
  - a. Jumlah klaster =  $c$
  - b. Pangkat =  $w$
  - c. Maksimum iterasi =  $Max\ iter$
  - d. Error terkecil =  $\epsilon$
  - e. Fungsi objektif awal =  $Po = 0$
  - f. Iterasi awal =  $t = 1$
3. Bangkitkan bilangan acak  $(\mu_{ik})$ , dengan  $i = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, n;$  dan  $c$  sebagai elemen-elemen matriks partisi awal U. Hitung jumlah setiap kolom :

$$Q_i = \sum_{k=1}^c \mu_{ik} \dots \dots \dots (2)$$

Dengan  $j = 1, 2, \dots, n$

Hitung :

$$\mu_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Q_i} \dots \dots \dots (3)$$

4. Hitung pusat klaster ke-  $k$  :  $V_{kj}$

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w \times x_{ij}}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w} \dots \dots \dots (4)$$

Dengan  $k = 1, 2, \dots, c$  dan  $j = 1, 2, \dots, n$

5. Hitung fungsi objektif pada iterasi ke-t,
 
$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left( \left[ \sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right] (\mu_{ik})^w \right) \dots \dots \dots (5)$$

6. Hitung perubahan matriks partisi :

$$\mu_{ik} = \frac{[\sum_{j=1}^m (x_{ij} - v_{kj})^2]^{-\frac{1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c [\sum_{j=1}^m (x_{ij} - v_{kj})^2]^{-\frac{1}{w-1}}} \dots \dots \dots (6)$$

Dengan  $i = 1, 2, \dots, n$  dan  $k = 1, 2, \dots, c$

7. Cek kondisi berhenti
- Jika :  $(|Pt - P_{t-1}| < \epsilon)$  atau  $(t > MaxIter)$  maka berhenti,
  - Jiika tidak :  $t = t + 1$ , ulangi langkah ke 4

**III. Metodologi Penelitian**

**III.1. Persiapan Penelitian**

Sebelum melakukan penelitian, terlebih dahulu mempersiapkan perizinan untuk melakukan penelitian di wilayah tersebut dan sebagai surat untuk permohonan data penelitian. Pada penelitian ini, surat ditujukan kepada Kasatlantas Polrestabes Semarang.

**III.2. Data Penelitian**

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- Data Spasial
  - Citra Satelit Resolusi Tinggi Kota Semarang Tahun 2016 dari Badan Informasi Geospasial
  - Peta Administrasi Kota Semarang dengan format (\*.shp ) dari BAPPEDA Kota Semarang
  - Peta Jaringan Jalan Kota Semarang format (\*.shp ) dari BAPPEDA Kota Semarang
  - Data koordinat kejadian kecelakaan lalu lintas tahun 2016 2017, dan 2018 yang didapatkan berdasarkan penentuan secara Kartometrik dengan bantuan Citra Google Earth.
- Data Non-Spasial  
Data Kecelakaan Lalu Lintas di Kecamatan Banyumanik dan Tembalang tahun 2016,2017, dan 2018 dari Satlantas Polrestabes Semarang.

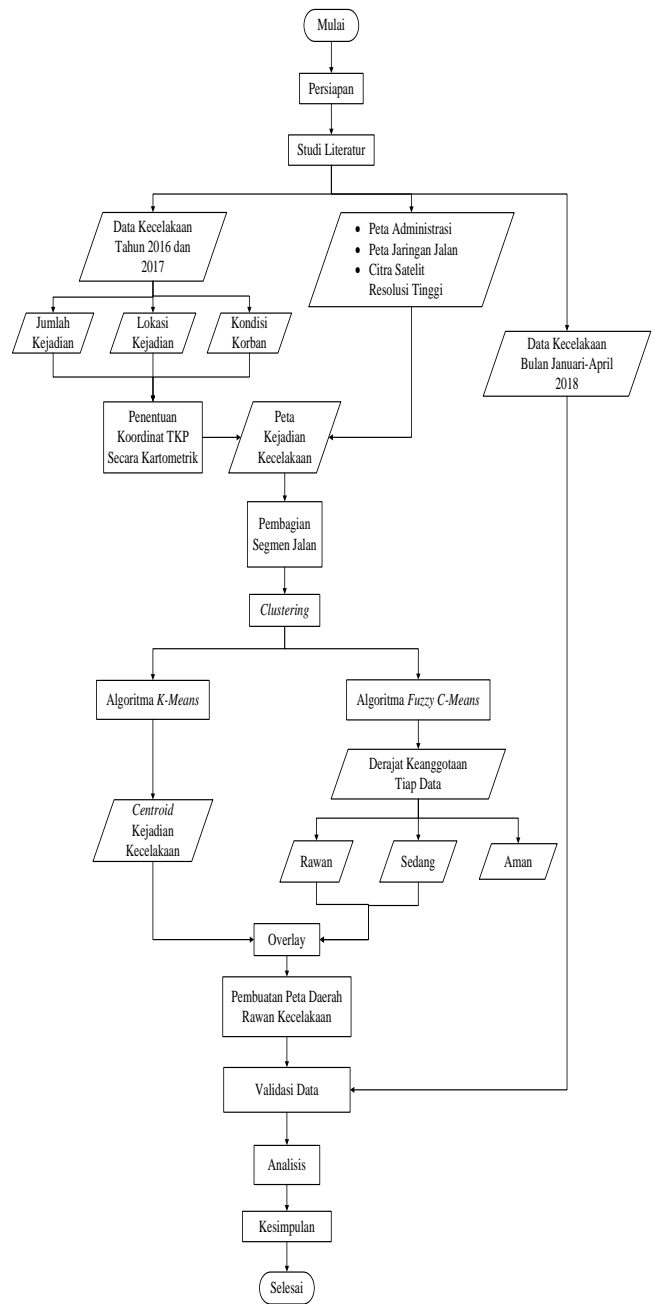
**III.3. Peralatan dan Bahan Penelitian**

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Perangkat Keras (*Hardware*) dengan spesifikasi :
  - Merek Laptop : ASUS A455L
  - Sistem Operasi : Windows 8.1
  - Processor : Intel Core™ i3-4005U @1,7Ghz
  - RAM : 4 GB
  - Hardisk : 500 GB
- Perangkat Lunak (*Software*) :
  - ArcGIS 10.4
  - Microsoft Office 2013
  - Microsoft Visio 2007
  - Google Earth Pro

**III.4. Diagram Alir Penelitian**

Gambar 3 dibawah adalah diagram alir dari penelitian ini:



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

**III.5. Pelaksanaan Penelitian**

**III.5.1. Pengklasifikasian Data**

Data kejadian kecelakaan lalu lintas tahun 2016 dan 2017, diklasifikasikan berdasarkan ruas jalan yang masuk dalam wilayah penelitian, kemudian digeneralisasikan menjadi 2 parameter yaitu jumlah kejadian dan jumlah korban. Dari hasil klasifikasi data didapatkan 249 kejadian kecelakaan yang tersebar di 33 ruas jalan yang berbeda di Kecamatan Banyumanik dan Tembalang, yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Generalisasi Data Kecelakaan

Jalan	Total			
	Kejadian	MD	LB	LR
Perintis Kemerdekaan	57	14	0	65
Anton Sujarwo	20	7	0	16
Setiabudi	38	9	0	42
Gombel Lama	7	0	0	12
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
Sirojudin	2	0	0	2
Banjarsari	3	0	0	3
Kol. Imam Soeprapto	11	0	0	18
Kramas	2	0	0	2

Keterangan :

MD : Korban Meninggal Dunia

LB : Korban Luka Berat

LR : Korban Luka Ringan

**III.5.2. Pencarian Koordinat Lokasi Kecelakaan**

Pencarian koordinat lokasi kecelakaan lalu lintas dilakukan dengan metode kartometrik dengan bantuan Citra Satelit Google Earth. Data uraian tempat kejadian kecelakaan lalu lintas dari Satlantas Polrestabes Semarang menjadi acuan untuk mendapatkan koordinat lokasi. Selanjutnya dilakukan transformasi koordinat dari koordinat geografis menjadi koordinat UTM menggunakan *software* ArcGIS.

**III.5.3. Pembagian Segmen Jalan**

Suatu jalan memiliki panjang yang berbeda-beda tergantung dari kelas jalan tersebut. Pada penelitian ini, setiap jalan yang terdapat kejadian kecelakaan dibagi menjadi beberapa segmen dengan panjang maksimal 500 meter tiap segmennya menggunakan *tools* tambahan *ET Geowizard* di ArcGIS. Pembagian segmen jalan ini selain bertujuan untuk mempermudah proses *clustering* menggunakan metode *K-Means* dan *Fuzzy C-Means* juga untuk menambah tingkat akurasi hasil dari kedua metode tersebut. Selanjutnya data kejadian kecelakaan lalu lintas dipisahkan berdasarkan segmennya seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah Kejadian dan Korban Tiap Segmen Jalan

No	Segmen Jalan	Jumlah Kejadian	Jumlah Korban		
			MD	LB	LR
1	Perintis Kemerdekaan 1	3	1		3
2	Perintis Kemerdekaan 2	6			8
3	Perintis Kemerdekaan 3	2	1		1
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
94	Kol. Imam Suprpto 4	6			11
95	Kramas 1				
96	Kramas 2	2			2

**III.5.4. Pengolahan Algoritma Fuzzy C-Means**

Pengolahan Algoritma FCM pada penelitian ini menggunakan *Ms. Excel* dengan data kejadian dan korban tiap segmen jalan. Awal mula dilakukan pembobotan pada data korban kecelakaan lalu lintas dengan asumsi peneliti yang berdasarkan hasil wawancara kepada Kepala Unit Laka Satlantas Polrestabes Semarang seperti pada Tabel 3. Kemudian dilakukan penentuan nilai perhitungan awal seperti Tabel 4 :

Tabel 3. Nilai Bobot Kondisi Korban Kecelakaan

Kondisi Korban	Bobot
Meninggal Dunia	5
Luka Berat	3
Luka Ringan	1

Tabel 4. Nilai Perhitungan Awal

Nilai Perhitungan	
Jumlah Cluster ( <i>c</i> )	3
Pangkat ( <i>w</i> )	2
Maksimum Iterasi	100
Error terkecil ( <i>ε</i> )	0,0001

Jumlah *cluster* pada pengolahan *Fuzzy C-Means* ini berjumlah tiga *cluster* yaitu :

- a. Rawan (C1)
- b. Cukup Rawan (C2)
- c. Aman (C3)

**III.5.5. Pengolahan Algoritma K-Means**

Setelah didapatkan kelas masing-masing segmen jalan menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means*, dilanjutkan dengan pengolahan algoritma *K-Means* untuk mendapatkan titik pusat (*centroid*) kejadian kecelakaan lalu lintas pada setiap segmen. Pada penelitian ini, segmen yang akan dicari titik pusatnya adalah segmen jalan dengan kategori kelas “Rawan” dan “Cukup Rawan”, sedangkan data yang dibutuhkan adalah data koordinat UTM dari kejadian kecelakaan lalu lintas.

**III.5.6. Validasi Data Kecelakaan Lalu Lintas**

Validasi dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi dari hasil kedua metode *Clustering*. Validasi *Fuzzy C-Means Clustering* dilakukan dengan menampilkan data kecelakaan bulan Januari-April 2018 kedalam hasil *Fuzzy C-Means Clustering*, sedangkan validasi *K-Means Clustering* dilakukan dengan menghitung rata-rata jarak titik kejadian kecelakaan ke pusat *cluster*.

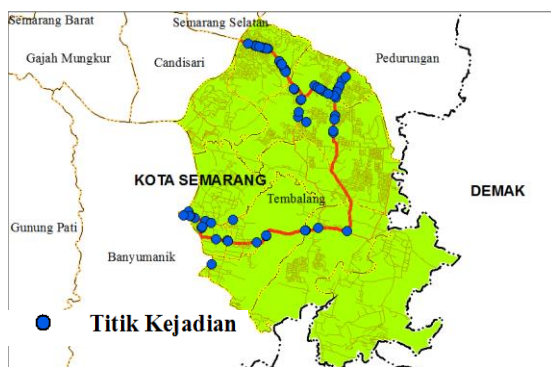
**IV. Hasil dan Pembahasan**

**IV.1. Pemetaan Kejadian Kecelakaan**

Berdasarkan data yang diperoleh, kejadian kecelakaan lalu lintas di Kota Semarang tahun 2016-2017 berjumlah ± 2024, dari jumlah tersebut pada Kecamatan Banyumanik terdapat 168 kejadian (8,3%) dan pada Kecamatan Tembalang terdapat 81 kejadian (4%) yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Persebaran Titik Kejadian Kecelakaan Kecamatan Banyumanik



Gambar 5. Persebaran Titik Kejadian Kecelakaan Kecamatan Tembalang

**IV.2. Hasil Pengolahan Algoritma FCM**

Setelah dilakukan iterasi sebanyak 16 kali, nilai fungsi objektif yang diperoleh pada iterasi terakhir (iterasi ke-16) adalah 523,5174647 dan nilai selisih fungsi objektif ( $I_{Pt} - P_{T-1}$ ) adalah 0,000083. Hasil pengolahan algoritma FCM adalah seperti Tabel 5 :

Tabel 5. Data Pusat Masing-Masing Cluster

Cluster	Nilai Pusat Cluster	
	Jumlah Kejadian	Jumlah Korban
C1 (Rawan)	10,44675	26,12811
C2 (Cukup Rawan)	4,272541	8,443781
C3 (Aman)	0,896867	1,093537

Berdasarkan data pada tabel 5, dapat diperoleh informasi garis besar tiap cluster yaitu :

- Cluster 1 (C1) merupakan segmen jalan dengan kategori “Rawan” dengan jumlah kejadian ±10 kejadian kecelakaan lalu lintas dan jumlah korban (hasil pembobotan) ±26 korban.
- Cluster 2 (C2) merupakan segmen jalan dengan kategori “Cukup Rawan” dengan jumlah kejadian ±4 kejadian kecelakaan lalu lintas dan jumlah korban (hasil pembobotan) ±8 korban.
- Cluster 3 (C3) merupakan segmen jalan dengan kategori “Aman” dengan jumlah kejadian 0-1

kejadian kecelakaan lalu lintas dan jumlah korban (hasil pembobotan) ±1 korban.

Tabel 6. Nilai Keanggotaan Akhir

NO	SEGMENT JALAN	C1	C2	C3
1	Perintis Kemerdekaan 1	0,0045	0,9620	0,0335
2	Perintis Kemerdekaan 2	0,0087	0,9503	0,0410
3	Perintis Kemerdekaan 3	0,0160	0,6833	0,3007
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
95	Kramas 1	0,0025	0,0218	0,9757
96	Kramas 2	0,0030	0,0417	0,9553

Pada tabel 6 menunjukkan nilai derajat keanggotaan setiap segmen jalan dalam setiap cluster, dari nilai tersebut dapat diperoleh informasi mengenai kecenderungan data segmen jalan untuk masuk ke cluster mana. Derajat keanggotaan terbesar menunjukkan kecenderungan tertinggi suatu segmen jalan untuk masuk menjadi anggota cluster tersebut. Sebagai contoh untuk data Jalan Perintis Kemerdekaan Segmen 1 memiliki 3 kejadian kecelakaan lalu lintas dan 8 korban (hasil pembobotan), berdasarkan hasil pengolahan Fuzzy C-Means, segmen jalan tersebut dapat menjadi:

- Anggota cluster pertama (C1) dengan derajat keanggotaan 0,004543181.
- Anggota cluster kedua (C2) dengan derajat keanggotaan 0,961981508.
- Anggota cluster ketiga (C3) dengan derajat keanggotaan 0,033475312.

Berdasarkan data diatas, dapat dilihat bahwa nilai derajat keanggotaan terbesar untuk Jalan Perintis Kemerdekaan Segmen 1 terletak pada cluster kedua (C2), sehingga Jalan Perintis Kemerdekaan Segmen 1 masuk dalam kategori “Cukup Rawan”.

Dari 96 segmen jalan yang dipetakan, 10 segmen masuk kategori rawan (C1), 18 segmen masuk kategori cukup rawan (C2), dan 68 segmen masuk kategori aman (C3). Tabel 7 adalah segmen jalan dengan kategori rawan dan cukup rawan :

Tabel 7. Segmen Jalan Dengan Kategori Rawan dan Cukup Rawan

Cluster	Kecamatan	Segmen Jalan
C1 (Rawan)	Banyumanik	Perintis Kemerdekaan 4
		Perintis Kemerdekaan 7
		Perintis Kemerdekaan 8
		Anton Sujarwo 1
		Anton Sujarwo 2
		Setiabudi 1
		Setiabudi 3
		Setiabudi 4
	Tueku Umar	
Tembalang	Kedungmundu Raya 2	

Tabel 7. Segmen Jalan Dengan Kategori Rawan dan Cukup Rawan (Lanjutan)

Cluster	Kecamatan	Segmen Jalan
C2 (Cukup Rawan)	Banyumanik	Perintis Kemerdekaan 1
		Perintis Kemerdekaan 2
		Perintis Kemerdekaan 3
		Perintis Kemerdekaan 5
		Perintis Kemerdekaan 6
		Perintis Kemerdekaan 9
		Setiabudi 2
		Jati Raya 2
		Gombel Lama 2
		Meranti 1
		Bukitsari Raya 2
		Kedungmundu Raya 4
	Tembalang	Kedungmundu Raya 7
		Fatmawati 1
		Kol. Imam Suprpto 2
		Kol. Imam Suprpto 4
		Sambiroto Raya 2
		Prof Soedarto 1

**IV.3. Hasil Pengolahan Algoritma K-Means**

Dalam pengolahan algoritma *K-Means*, terlebih dahulu dilakukan inisiasi pusat *cluster* awal secara acak pada segmen jalan kategori Rawan dan Cukup Rawan, untuk mempermudah maka inisiasi dilakukan di daerah dimana terdapat beberapa titik kejadian kecelakaan lalu lintas yang bergerombol (*Hot Spot*).

Dalam satu segmen jalan bisa hanya memiliki satu titik pusat atau lebih dari satu titik pusat, hal ini bergantung pada persebaran titik lokasi kecelakaan lalu lintas pada tiap segmennya. Untuk segmen jalan dengan satu titik pusat maka langsung dihitung rata-rata koordinat X dan Y (*Universal Transverse Mercator*) dari semua kejadian kecelakaan pada segmen tersebut, sedangkan untuk segmen jalan yang memiliki lebih dari 1 titik pusat maka digunakanlah algoritma *K-Means* untuk mencari lokasi titik pusat *cluster* yang baru. Tabel 8 merupakan contoh data kejadian kecelakaan pada Jalan Perintis Kemerdekaan Segmen 4, dengan nilai titik pusat pada Tabel 9

Tabel 8. Data Koordinat Kejadian

Perintis Kemerdekaan Segmen 4			
ID	Jalan	X (Meter)	Y (Meter)
145	Jl. Perintis Kemerdekaan	434809,4	9215819,492
238	Jl. Perintis Kemerdekaan	434829,7	9215779,596
498	Jl. Perintis Kemerdekaan	434757,4	9215956,388
515	Jl. Perintis Kemerdekaan	434738,6	9215990,144
802	Jl. Perintis Kemerdekaan	434803,6	9215825,012
32	Jl. Perintis Kemerdekaan	434821,7	9215794,326
50	Jl. Perintis Kemerdekaan	434772,8	9215910,037
107	Jl. Perintis Kemerdekaan	434818,6	9215797,700
144	Jl. Perintis Kemerdekaan	434746,9	9215995,683
328	Jl. Perintis Kemerdekaan	434751,5	9215962,523

Tabel 9. Koordinat Pusat Cluster Hasil Pricking

Pusat Cluster		Ke-
X (Meter)	Y (Meter)	
434820,834	9215801,752	1
434762,693	9215950,779	2

Untuk mengidentifikasi keanggotaan *cluster* maka dihitung jarak tiap data ke tiap pusat *cluster* dalam masing-masing segmen menggunakan rumus *Euclidean Distance Space*, sebagai contoh pada data pertama Jalan Perintis Kemerdekaan Segmen 4:

a. Jarak ke pusat *cluster* 1 (C1)

$$D_{11} = \sqrt{((434809,4 - 434820,834)^2 + (9215819,492 - 9215801,752)^2)}$$

$$= 21,1104 \text{ Meter}$$

b. Jarak ke pusat *cluster* 2 (C2)

$$D_{12} = \sqrt{((434809,4 - 434762,692)^2 + (9215819,492 - 9215950,779)^2)}$$

$$= 139,346 \text{ Meter}$$

Pada hasil perhitungan diatas menunjukkan nilai jarak dari kejadian kecelakaan ke masing-masing titik pusat *cluster*, dari data tersebut dapat diperoleh informasi kecenderungan data titik kejadian kecelakaan untuk masuk ke *cluster* mana. Jarak terpendek menunjukkan kecenderungan tertinggi suatu segmen jalan untuk masuk menjadi anggota *cluster* tersebut. Sebagai contoh untuk kejadian nomor ID 145 pada Jalan Perintis Kemerdekaan Segmen 4 memiliki jarak:

- a. 21,11038 meter ke C1 (pusat *cluster* 1)
- b. 139,3457 meter ke C2 (pusat *cluster* 2)

Dari data tersebut menunjukkan bahwa lokasi kejadian nomor ID 145 memiliki jarak yang lebih dekat dengan pusat *cluster* 1 (C1) sehingga cenderung menjadi anggota dari *cluster* ke-1.

Setelah didapatkan anggota dari tiap *cluster*, didapatkan pusat *cluster* baru seperti pada Tabel 10 :

Tabel 10. Pusat Cluster Baru

Pusat Cluster Baru		Ke-
X (Meter)	Y (Meter)	
434816,5904	9215803,225	1
434753,4392	9215962,955	2

Kemudian dilakukan iterasi untuk menghitung kembali jarak semua data kejadian ke masing-masing pusat *cluster* yang baru dengan rumus yang sama yaitu *Euclidean Distance Space* sampai anggota *cluster* tidak berubah. Tabel 11 adalah daftar koordinat titik pusat rawan kecelakaan :

Tabel 11. Koordinat Pusat Cluster

Segmen Jalan	Koordinat Titik Pusat	
	X (Meter)	Y (Meter)
Perintis Kemerdekaan 1	434932,267	9214478,887
Perintis Kemerdekaan 2	434738,412	9214948,541
Perintis Kemerdekaan 3	434764,618	9215206,634
Perintis Kemerdekaan 4	434816,590	9215803,225
	434753,439	9215962,955
Perintis Kemerdekaan 5	434704,833	9216343,563
Perintis Kemerdekaan 6	434711,512	9216679,453
Perintis Kemerdekaan 7	434928,062	9217091,887
	434985,118	9217390,179



Tabel 11. Koordinat Pusat Cluster (Lanjutan)

Segmen Jalan	Koordinat Titik Pusat	
	X (Meter)	Y (Meter)
Perintis Kemerdekaan 8	434972,358	9217937,911
	434989,100	9217616,971
Perintis Kemerdekaan 9	434968,085	9218066,096
	434962,282	9218142,984
Anton Sujarwo 1	435016,790	9218584,650
	435033,270	9218676,767
Anton Sujarwo 2	435062,601	9218869,227
	435090,900	9219011,804
Setiabudi 1	435116,142	9219130,690
	435233,770	9219449,537
Setiabudi 2	435358,761	9219802,173
	435493,637	9220183,871
Setiabudi 3	435625,721	9220445,002
	435787,835	9220658,413
Setiabudi 4	435912,466	9220857,782
	435790,566	9221879,933
Gombel Lama 2	435705,745	9222609,922
	436046,297	9218167,735
Meranti 1	436046,297	9218167,735
	435876,643	9218500,512
Jati Raya 2	435876,643	9218500,512
	436708,601	9221017,223
Bukitsari 2	436708,601	9221017,223
	439163,026	9224768,856
Kedungmudu Raya 2	439163,026	9224768,856
	439359,056	9224719,040
Kedungmudu Raya 4	439891,857	9224134,213
	440872,125	9223601,455
Kedungmudu Raya 7	440872,125	9223601,455
	441102,519	9223490,388
Fatmawati 1	441338,752	9223678,159
	440238,092	9222872,406
Sambiroto Raya 2	440238,092	9222872,406
	437302,961	9220227,071
Prof Soedarto 1	437302,961	9220227,071
	439384,870	9219698,729
Kol Imam Suprpto 2	439384,870	9219698,729
	440432,012	9219842,389
Kol Imam Suprpto 4	440432,012	9219842,389

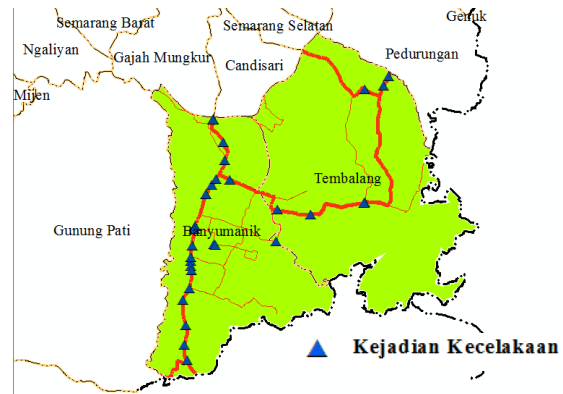


Gambar 6. Persebaran Titik Pusat Rawan Kecelakaan

**IV.4. Validasi Hasil Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan**

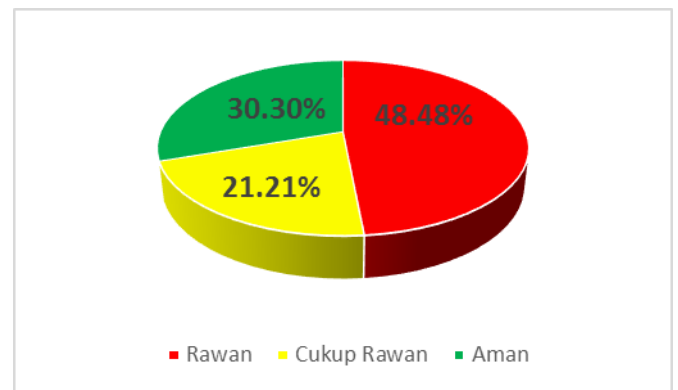
Untuk validasi *Fuzzy C-Means Clustering* dilakukan dengan membandingkan hasil *clustering* daerah rawan kecelakaan dengan data kejadian kecelakaan bulan Januari-April tahun 2018 di Kecamatan Banyumanik dan Tembalang yang diperoleh dari Satlantas Polrestabes Semarang. Lokasi kejadian kecelakaan tahun 2018 didapat berdasarkan deskripsi lokasi kecelakaan kemudian dilakukan penelusuran secara kartometrik diatas Citra Satelit Google Earth. Setelah didapatkan koordinat lokasi, kemudian di plotkan ke dalam hasil *clustering* seperti

pada Gambar 7. Sedangkan untuk validasi *K-Means Clustering* dilakukan dengan menghitung rata-rata jarak dari tiap titik kejadian kecelakaan dalam suatu *cluster* ke pusat *clusternya*.



Gambar 7. Persebaran Lokasi Kejadian Kecelakaan Bulan Januari-April 2018

Kejadian kecelakaan lalu lintas yang terjadi pada bulan Januari-April 2018 di Kecamatan Banyumanik dan Tembalang berjumlah 33 kejadian dengan persentase seperti Gambar 8:



Gambar 8. Diagram Tingkat Kecelakaan Lalu Lintas Tahun 2018

Dari 33 kejadian kecelakaan lalu lintas di Kecamatan Banyumanik dan Tembalang tahun 2018, sebanyak 16 kejadian kecelakaan (48,49%) berada di daerah rawan, 7 kejadian kecelakaan (21,21%) berada di daerah Cukup Rawan, dan 10 kejadian kecelakaan (30,30%) berada di daerah aman.

Tingkat Kesesuaian =  $\frac{a+b}{N} \times 100\% \dots\dots\dots(7)$

Keterangan :

- a : Jumlah kejadian di daerah rawan
- b : Jumlah kejadian di daerah cukup rawan
- N : Jumlah kejadian keseluruhan

Tingkat Kesesuaian =  $\frac{16+7}{33} \times 100\% = 69,697\% \dots(8)$

Berdasarkan validasi diatas , maka tingkat kesesuaian hasil *Fuzzy C-Means clustering* sebesar

69,697%. Kemudian berikut hasil validasi *K-Means Clustering* :

Tabel 12. Rata-Rata Jarak Titik Kejadian Ke Pusat Cluster

Segmen Jalan	Pusat Cluster	Rata-Rata Jarak (Meter)
Perintis Kemerdekaan 1	C1	89,184
Perintis Kemerdekaan 2	C1	40,460
Perintis Kemerdekaan 3	C1	99,530
Perintis Kemerdekaan 4	C1	17,268
	C2	26,057
Perintis Kemerdekaan 5	C1	134,887
.	.	.
.	.	.
.	.	.
Fatmawati 1	C1	108,478
Sambiroto Raya 2	C1	1,580
Prof Soedarto 1	C1	110,462
Kol. Imam Suprpto 2	C1	10,306
Kol. Imam Suprpto 4	C1	3,449

Dari tabel 12 diatas didapatkan rata-rata total jarak kejadian kecelakaan di Kecamatan Banyumanik dan Kecamatan Tembalang dengan masing-masing titik pusat hasil *K-Means Clustering* sebesar 51,539 meter.

**V. Kesimpulan dan Saran**

**V.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian ini adalah :

1. Pemetaan persebaran kejadian kecelakaan di Kecamatan Banyumanik dan Tembalang dapat dilakukan dengan cara kartometrik menggunakan citra dari Google Earth sebagai peta dasar untuk mendapatkan koordinat-koordinat kejadian kecelakaan. Dari penelitian ini didapatkan 249 kejadian kecelakaan yang tersebar di 33 ruas jalan di Kecamatan Banyumanik dan Kecamatan Tembalang.
2. Metode *clustering* yang digunakan dalam pemetaan daerah rawan kecelakaan di Kecamatan Banyumanik dan Tembalang adalah dengan mengkombinasikan algoritma *Fuzzy C-Means* dan *K-Means*. Dari 96 segmen jalan yang dipetakan, dihasilkan 10 segmen dengan kategori Rawan, 18 segmen dengan kategori cukup rawan, dan 39 titik pusat rawan kecelakaan. Hasil validasi *Fuzzy C-Means Clustering* menunjukkan tingkat kesesuaian hasil sebesar 69,697%, sedangkan hasil validasi *K-Means Clustering* menunjukkan rata-rata jarak titik kejadian kecelakaan dengan titik pusat *cluster* sebesar 51,539 meter.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil kombinasi dari *Fuzzy C-Means Clustering* dan *K-Means Clustering* dalam memetakan daerah rawan kecelakaan memiliki tingkat akurasi yang baik.

**V.2 Saran**

Saran yang dapat penulis berikan dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan wilayah studi yang lebih besar agar tingkat akurasi pengolahan *Fuzzy C-Means* lebih tinggi.
2. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menambah parameter lain seperti: waktu kejadian, jenis kecelakaan, dan kendaraan yang terlibat.
3. Dalam melakukan pembobotan terhadap parameter korban kecelakaan lalu lintas sebaiknya menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)*.
4. Sebaiknya dilakukan perbandingan hasil pemetaan daerah rawan kecelakaan lalu lintas dengan metode *clustering* yang lain.
5. Sebaiknya dianalisis lebih lanjut mengenai prediksi daerah rawan kecelakaan lalu lintas di masa yang akan datang.
6. Hasil pemetaan dapat diterapkan dalam pembuatan aplikasi berbasis android maupun *webGIS*.

**Daftar Pustaka**

Agusta, Y. 2007. *K-Means – Penerapan, Permasalahan dan Metode Terkait*. Jurnal Sistem dan Informatika, Vol. 3, 47-60

Alik Ansyori. 2001. *Rekayasa Jalan Raya*. Semarang : Undip

Aronoff, Stanley. 1989. *Geographic Information System: A Management Perspective*. Ottawa, Canada: WDL Publications

Dendy, Wicaksono dan Fathurochman, Rizky Akbar. 2014. *Analisis Kecelakaan Lalu Lintas (Studi Kasus: Jalan Raya Ungaran-Bawen)*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro

Han, J., Pei, J., & Kamber, M. 2011. *Data mining: concepts and techniques*. Elsevier.

Ong, J. O. 2013. *Algoritma Clustering Untuk Menentukan Strategi Marketing Pada President University*. Jurnal Ilmiah Teknik Industri, Vol. 12, No. 1

Sari, H. L., & Trianggana, D. A. 2014. *Pengclusteran Data Curah Hujan Kota Bengkulu Menggunakan Fuzzy Clustering Algoritma Mixture*. Jurnal Pseudocode, 1(1), 60-71.

Semarang, BPS. 2018. <https://semarangkota.bps.go.id/>. Diakses pada 24 Februari 2018

Tan, Pang-Ning, et al. 2006. *Introduction to data mining*. Boston: Pearson Addison Wesley.

Undang-undang No 22 tahun 2009 tentang kecelakaan lalu lintas.