

IMPLEMENTASI METODE *CLUSTER ANALYSIS* DALAM ANALISIS DAERAH RAWAN KECELAKAAN DI KECAMATAN SEMARANG UTARA

Christman Surbakti*), Bambang Sudarsono, Yasser Wahyuddin

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
Email : christmansurbakti63@gmail.com *)

ABSTRAK

Peningkatan populasi penduduk menjadikan pemicu meningkatnya kebutuhan kendaraan di suatu daerah. Peningkatan ini dapat memicu terjadinya banyak kecelakaan lalu lintas yang dapat menyebabkan cedera ataupun kematian. Kecelakaan lalu lintas merupakan insiden di mana waktu dan lokasi terjadinya tidak mudah diperkirakan. Informasi kecelakaan lalu lintas dapat dituangkan dalam bentuk spasial atau keruangan dalam Sistem Informasi Geografis. Pada penelitian ini, pemetaan dan analisis daerah rawan kecelakaan lalu lintas di Kecamatan Semarang Utara dilakukan menggunakan metode *clustering*. Metode ini dapat menentukan tingkat kerawanan suatu daerah dengan melakukan pengelompokan data berdasarkan lokasi kejadian kecelakaan lalu lintas. Algoritma *clustering* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *K-Medians clustering* yaitu algoritma yang memiliki kesamaan dengan algoritma *K-Means clustering* yang secara parsial memisah data menjadi beberapa kelompok. Hasil penelitian ini menunjukkan 80 kejadian kecelakaan lalu lintas yang tersebar di 9 kelurahan. Kecelakaan lalu lintas terbanyak terjadi di Kelurahan Tanjung Mas dan tersedikit terjadi di Kelurahan Dadapsari. Uji validitas metode *K-Medians clustering* memiliki nilai *sillhouette coefficient* sebesar 0,672 yang berarti *K-Medians clustering* dapat melakukan pengelompokan daerah rawan kecelakaan lalu lintas dengan kategori kekuatan struktur sedang (*medium structure*) dan validitas tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas sebesar 92,8%.

Kata Kunci: *Clustering, K-Medians Clustering, Kecelakaan Lalu Lintas, SIG, Semarang Utara*

ABSTRACT

The increasing of population triggers the increasing of vehicles needed in some region. This increasing of vehicles needed can trigger many traffic accidents that can cause injury or death. A traffic accident is an incident where the time and location of the occurrence is not easily predicted. The information of traffic accident can be described spatially in geographic information system. In this study, mapping and analysis of traffic accident hazard areas in North Semarang Subdistrict is done using clustering method. This method can determine the hazard area level by grouping data based on the location of traffic accidents. The clustering algorithm used in this study is K-Medians clustering which is an algorithm that has similarities with the K-Means clustering algorithm that partially splits data into groups. The results showed 80 traffic accidents spread across 9 villages. The most traffic accidents occurred in Tanjung Mas and the fewest occurred in Dadapsari. The validity test of K-Medians clustering method has a silhouette coefficient of 0.6718 which means K-Medians clustering can group traffic accident hazard areas with medium structure and validity of traffic accident hazard area of 92,8%.

Keywords: *Clustering, K-Medians Clustering, Traffic Accident, GIS, North Semarang*

*) Penulis Utama, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Peningkatan populasi masyarakat menjadikan pemicu meningkatnya kebutuhan kendaraan di suatu daerah. Kenaikan ini dapat memicu kecelakaan lalu lintas yang dapat menyebabkan cedera ataupun kematian. Meningkatnya tingkat kecelakaan lalu lintas dapat menyebabkan meningkatnya angka nilai kematian. Menurut Hoobs, F.D. (2005), kecelakaan lalu lintas merupakan insiden di mana waktu dan lokasi terjadinya tidak mudah diperkirakan. Kecelakaan lalu lintas dapat menyebabkan trauma, cedera, kecacatan dan kematian. Kejadian ini tidak mudah untuk dikurangi dan terus akan bertambah seiring dengan penambahan panjang jalan dan pergerakan dari suatu kendaraan.

Kepolisian Resor Kota Besar (Polrestabes) Kota Semarang mencatat kecelakaan lalu lintas yang terjadi di Kota Semarang sebanyak 912 kecelakaan di tahun 2017. Cidera ringan sebanyak 951 korban, cidera berat sebanyak 4 korban dan kematian sebanyak 197 korban. Di tahun 2016 didapat bahwa terjadinya kecelakaan lalu lintas sebesar 1.083 kecelakaan, cidera ringan sebanyak 1.111 korban, cidera berat sebanyak 2 korban dan kematian sebanyak 233 korban (Polrestabes Kota Semarang, 2017). Informasi kecelakaan lalu lintas dapat divisualisasikan dalam bentuk peta. Sehingga dapat digunakan dalam mengurangi kejadian kecelakaan lalu lintas dan khususnya dapat berguna bagi masyarakat, pemerintah maupun kepolisian dalam menangani kecelakaan lalu lintas.

Informasi kecelakaan lalu lintas dapat dituangkan dalam bentuk spasial atau keruangan yang dalam Sistem Informasi Geografis. Menurut Bernhardsen (2002), Sistem Informasi Geografis merupakan suatu sistem komputer yang dapat melakukan seleksi data geografi. Sistem Informasi Geografis dapat digunakan dalam *hardware* dan *software* yang digunakan dalam perolehan data dan validasi data, penggabungan data, penyimpanan data, perubahan dan *updating* data, penyusunan dan pertukaran data, seleksi data, pemanggilan data, menampilkan data dan analisis data. Sistem Informasi Geografis memiliki beberapa metode yang dapat membantu menganalisis daerah rawan kecelakaan lalu lintas. Salah satu metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *clustering*. Menurut Tan (2006), *clustering* adalah metode klasifikasi atau pengelompokan data menjadi beberapa *cluster* atau kelompok sehingga data dalam suatu *cluster* mempunyai kesamaan yang maksimum dan terhadap *cluster* lain yang mempunyai kesamaan yang minimum.

K-Medians Clustering merupakan salah satu metode *clustering* yang menggunakan data sebagai *medoids* atau perwakilan untuk pusat *cluster*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Dini Marlina (2018) perbandingan antara hasil pengelompokan menggunakan metode *K-Medians Clustering* dan *K-Means Clustering* membuktikan bahwa hasil metode *K-Medians* lebih baik dalam melakukan pengelompokan

dibandingkan dengan metode *K-Means Clustering* karena nilai validasi *K-Medians* lebih besar daripada *K-Means*. Hal ini mendasari penulis melakukan penelitian dengan menggunakan metode *K-Medians* dalam *clustering* daerah rawan kecelakaan di Kecamatan Semarang Utara. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan dijadikan salah satu pedoman dalam meminimalisir kecelakaan lalu lintas di Kecamatan Semarang Utara.

I.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diambil dalam penelitian ini antara lain :

1. Bagaimana pemetaan sebaran daerah kecelakaan lalu lintas di Kecamatan Semarang Utara menggunakan *K-Medians Clustering* ?
2. Bagaimana hasil pengelompokan daerah rawan kecelakaan lalu lintas menggunakan *K-Medians Clustering* ?
3. Bagaimana kualitas *cluster* yang dihasilkan berdasarkan proses pengujian dari metode *Silhouette Coefficient* ?

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui proses pemetaan sebaran daerah kecelakaan lalu lintas di Kecamatan Semarang Utara menggunakan *K-Medians Clustering*.
2. Mengetahui hasil pengelompokan daerah rawan kecelakaan lalu lintas menggunakan *K-Medians Clustering*.
3. Mengetahui kualitas *cluster* yang dihasilkan berdasarkan proses pengujian dari metode *Silhouette Coefficient*.

I.4 Batasan Lingkup Penelitian

Batasan atau cakupan lingkup dalam penelitian ini antara lain :

1. Lokasi penelitian adalah wilayah Kecamatan Semarang Utara.
2. Data kecelakaan yang digunakan adalah data kecelakaan lalu lintas tahun 2017-2019 dari Satuan Lalu Lintas Polrestabes Kota Semarang.
3. Faktor kecelakaan yang diperhatikan dalam penelitian ini adalah waktu kejadian, kondisi korban kecelakaan dan jenis kendaraan atau transportasi yang terlibat.
4. Algoritma *clustering* yang digunakan adalah *K-Medians Clustering* dalam melakukan analisis terhadap kecelakaan lalu lintas di Kecamatan Semarang Utara.
5. Tipe jalan yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan fungsinya yaitu jalan arteri, jalan kolektor dan jalan lokal. Data jalan dari Dinas Pekerjaan Umum Kota Semarang.
6. Pembobotan faktor kecelakaan menggunakan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*).
7. Analisis dilakukan berdasarkan faktor kecelakaan yaitu waktu kejadian, kondisi korban kecelakaan, jenis kendaraan dan hambatan samping jalan.

8. Data hambatan samping jalan diambil secara langsung berupa data kendaraan masuk keluar segmen jalan, penyebrang jalan dan kendaraan berhenti.
9. Validasi kualitas metode *clustering* dilakukan dengan metode *Silhouette Coefficient* untuk mengetahui kualitas dari suatu *clustering*.
10. Validasi tingkat kerawanan dilakukan dengan membandingkan data rawan kecelakaan hasil *clustering* dengan data kecelakaan pada 4 bulan pertama tahun 2020 dari Satlantas Polrestabes Kota Semarang.

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Lalu Lintas

Menurut Pasal 1 Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, lalu lintas adalah gerak transportasi dan seseorang di ruang lalu lintas jalan, yang digunakan untuk prasarana dalam gerak pindah transportasi, manusia, dan benda seperti jalan dengan fasilitas pendukungnya. Menurut Ali (2009), lalu lintas merupakan berjalan, mondar-mandir, perjalanan di jalan. Ramdlon (1990) mengatakan bahwa lalu lintas adalah gerak pindah orang dengan atau tidak menggunakan alat penggerak dari berbeda tempat.

II.2 Kecelakaan Lalu Lintas

Menurut Kadiyali (1973) kecelakaan kendaraan diartikan sebagai suatu kejadian yang tidak ingin terjadi yang mengaitkan minimal satu kendaraan bermotor dan menyebabkan kerugian material hingga menyebabkan kematian. Berdasarkan RoSPA (1992) kecelakaan merupakan peristiwa yang terbatas, bersifat acak, melibatkan banyak faktor, diawali dengan kondisi dimana satu manusia atau lebih membuat kesalahan dalam mengatisipasi kondisi lingkungan.

II.3 Faktor Pemicu Terjadinya Kecelakaan

Menurut Warpani (2002) yang diambil dari sumber Direktorat Jendral Perhubungan Darat 2006, besarnya persentase dari setiap pemicu terjadinya kecelakaan lalu lintas di Indonesia yaitu faktor manusia sebesar 93,52%, faktor kendaraan sebesar 2,76%, faktor jalan 3,23%, dan faktor lingkungan sebesar 0,49%.

1. Faktor Manusia

Faktor manusia adalah faktor yang paling menonjol dalam kecelakaan. Manusia memakai jalan sebagai pejalan kaki dan pengemudi kendaraan. Pejalan kaki menjadi korban kecelakaan dan sebagai pemicu terjadinya kecelakaan. Pengendara adalah pemicu utama kecelakaan, sehingga sangat diperhatikan. Kebanyakan kejadian lalu lintas dimulai dengan pelanggaran dari rambu lalu lintas.

2. Faktor Kendaraan

Kendaraan bermotor sebagai hasil produksi suatu pabrik, telah dibuat dengan suatu nilai faktor keamanan dan dijamin dalam keselamatan bagi pengendara. Kendaraan harus layak dipakai sehingga harus dijaga dengan bagus agar keseluruhan bagian

kendaraan bekerja dengan bagus seperti mesin, rem kemudi, ban, lampu, kaca spion, dan sabuk pengaman.

3. Faktor Kondisi Jalan dan Alam

Faktor kondisi jalan dan kondisi alam dapat mempengaruhi terjadinya kecelakaan lalu lintas. Keadaan jalan yang rusak dapat menimbulkan kecelakaan lalu lintas. Alam seperti iklim dan cuaca dapat mempengaruhi timbulnya kejadian kecelakaan lalu lintas.

II.4 Tipe dan Struktur Kecelakaan Lalu Lintas

Tipe dan struktur kecelakaan lalu lintas sangat bermacam-macam. Tipe dan struktur kecelakaan dapat ditinjau dari subjek yang terlibat dalam kecelakaan, tempat terjadinya kecelakaan, saat terjadinya kejadian kecelakaan, kedudukan atau letak terjadinya insiden dan besaran atau total alat transportasi yang terlibat dalam insiden kecelakaan (Undang-Undang No 22 Tahun 2009).

II.5 Daerah Rawan Kecelakaan

Menurut Widyasih (2003) daerah rawan kecelakaan merupakan daerah yang memiliki angka kecelakaan yang paling tinggi, terjadinya kecelakaan paling tinggi dan kemampuan terjadinya kecelakaan yang tinggi di suatu ruas jalan. Daerah rawan kecelakaan dapat ditentukan berdasarkan lokasi jalan (*blackspot*) dan ruas jalan (*blacksite*).

II.6 Clustering

Menurut Tan (2006), *clustering* adalah metode klasifikasi atau pengelompokan data menjadi beberapa *cluster* atau kelompok sehingga data dalam suatu *cluster* mempunyai kesamaan yang maksimum dan terhadap *cluster* lain yang mempunyai kesamaan yang minimum.

II.7 K-Medians Clustering

Algoritma *K-Medians* atau yang dikenal dengan *K-Medoids* merupakan algoritma *clustering* yang sama dengan *K-Means* dikarena secara parsial memisah data menjadi beberapa kelompok. Perbedaan dari algoritma *K-Medians* dengan algoritma *K-Means* terletak pada penentuan pusat *cluster*, dimana algoritma *K-Medians* menggunakan nilai tengah dari data sebagai *medoids* atau perwakilan untuk pusat *cluster* sedangkan algoritma *K-Means* menggunakan nilai rata-rata dari setiap *cluster* sebagai pusat *cluster* (Kaur,dkk 2014). Algoritma *K-Medians* diperlukan untuk menangani kekurangan dari algoritma *K-Means* yang sangat sensitif dengan *outlier* dikarenakan letak nilai yang jauh dari kebanyakan data lainnya, sehingga jika dimasukkan ke suatu *cluster* data semacam ini dapat mendistorsi nilai rata-rata *cluster*.

II.8 Silhouette Coefficient

Silhouette Coefficient adalah metode yang digunakan untuk mendapatkan kualitas dan kekuatan dari suatu data ataupun kualitas suatu objek jika ditempatkan dalam suatu *cluster*. Semakin nilai rata-

rata *Silhouette Coefficient* mendekati nilai 1, maka semakin baik pengelompokan data didalam satu *cluster*. Sebaliknya jika nilai rata-rata *Silhouette Coefficient* mendekati -1, maka semakin buruk pengelompokan data di dalam satu *cluster* (Rousseeuw, 1987).

Tabel II-1 Ukuran Nilai *Silhouette Coefficient* (Rousseeuw, 1987)

<i>Silhouette Coefficient</i>	Keadaan Data
$0.7 < SC \leq 1.0$	<i>Stronge Structure</i>
$0.5 < SC \leq 0.7$	<i>Medium Structure</i>
$0.25 < SC \leq 0.5$	<i>Weak Structure</i>
$SC \leq 0.25$	<i>No Structure</i>

II.9 AHP (Analytical Hierarchy Process)

Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dikembangkan oleh Prof. Thomas Lorie Saaty pada tahun 1998 yang berasal dari Wharston Business School yang digunakan dalam menemukan peringkat utama dari banyak alternatif untuk pemecahan masalah. Biasanya seseorang menghadapi banyak pilihan yang harus dipilih dari berbagai alternatif. Digunakan penentuan prioritas dan uji konsistensi terhadap alternatif-alternatif yang sudah dikerjakan. Untuk kondisi yang luas, satu faktor tidak memberikan pengaruh terhadap pengambilan keputusan melainkan banyak faktor dan mengandung banyak kepentingan (Saaty, 1993).

III. Metodologi Penelitian

III.1 Alat dan Data Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Perangkat Keras (*Hardware*) yang digunakan adalah Laptop ASUS X555B
2. Perangkat Lunak yang digunakan antara lain:
 - a. Microsoft Office Word 2016
 - b. Microsoft Office Excel 2016
 - c. Microsoft Office Visio 2016
 - d. ArcGIS 10.3
 - e. Google Earth Pro

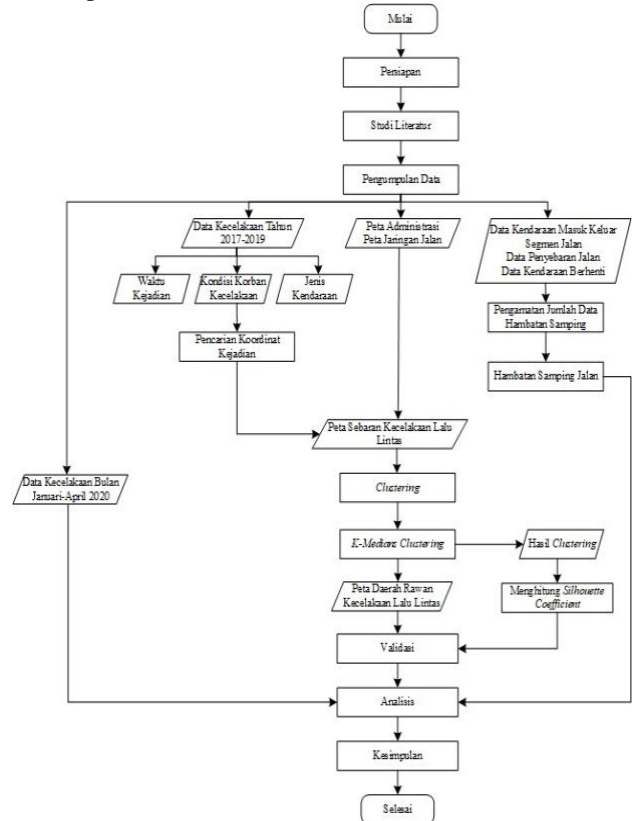
Data yang digunakan dalam penelitian adalah :

1. Peta administrasi Kota Semarang berbentuk digital format *shapefile* (*.shp) dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kota Semarang.
2. Peta jaringan jalan Kota Semarang dari Peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) berbentuk digital format *shapefile* (*.shp) dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kota Semarang.
3. Data koordinat kecelakaan lalu lintas yang diperoleh dari metode kartometrik. Data koordinat kecelakaan lalu lintas yang digunakan dari tahun 2017, 2018 dan 2019.
4. Data kecelakaan lalu lintas yang diperoleh dari Satlantas Polrestabes Kota Semarang. Data kecelakaan lalu lintas yang digunakan dari tahun 2017, 2018 dan 2019.

5. Data hambatan jalan yang diperoleh dari survei langsung di lapangan. Data yang digunakan adalah data kendaraan masuk keluar segmen jalan, penyebrang jalan dan kendaraan berhenti.

III.2 Diagram Alir

Diagram alir pengolahan penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar III.1**.



Gambar III.1 Diagram Alir Penelitian

III.3 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan berdasarkan dari diagram alir yang telah dibuat hasil yang didapatkan berupa informasi daerah yang berpotensi rawan kecelakaan lalu lintas dalam bentuk peta daerah rawan kecelakaan lalu lintas di Kecamatan Semarang Utara. Tahapan yang dilakukan antara lain:

1. Penentuan Koordinat Lokasi Kecelakaan Lalu Lintas

Data yang digunakan dalam pencarian koordinat lokasi kecelakaan lalu lintas merupakan data yang diperoleh dari Satlantas Polrestabes Kota Semarang. Metode yang digunakan dalam pencarian koordinat adalah metode kartometrik dengan bantuan Citra Satelit Google Earth. Hasil berupa koordinat lokasi kecelakaan lalu lintas dalam sistem koordinat proyeksi UTM datum WGS84 Zona 49S. Koordinat lokasi kecelakaan didapatkan berdasarkan deskripsi yang dijelaskan oleh pihak Kepolisian Kota Semarang.

2. Pengolahan

Pengolahan dalam penelitian ini menggunakan algoritma *K-Medians Clustering* dan AHP. Pengolahan metode *K-Medians Clustering* dilakukan dengan menggunakan Microsoft Excel.

Metode *K-Medians* Pengolahan menggunakan data waktu kejadian, kondisi korban kecelakaan, dan jenis kendaraan yang terlibat. Pengolahan AHP digunakan untuk menentukan bobot kepentingan setiap kriteria yang digunakan dalam menentukan daerah rawan kecelakaan. AHP dilakukan dengan melakukan wawancara dengan pihak kepolisian.

3. Analisis

Analisis daerah rawan kecelakaan dilakukan berdasarkan faktor kecelakaan yaitu waktu kejadian, kondisi korban kecelakaan, jenis kendaraan dan hambatan jalan di Kecamatan Semarang Utara.

4. Validasi

Proses validasi dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi dan kesesuaian dari hasil pemetaan menggunakan *K-Medians Clustering*. Validasi hasil *K-Medians Clustering* dilakukan dengan menggunakan metode *Silhouette Coefficient* dan untuk mengetahui kesesuaian menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Tingkat Kesesuaian} = \frac{a+b}{N} \times 100\% \dots\dots(1)$$

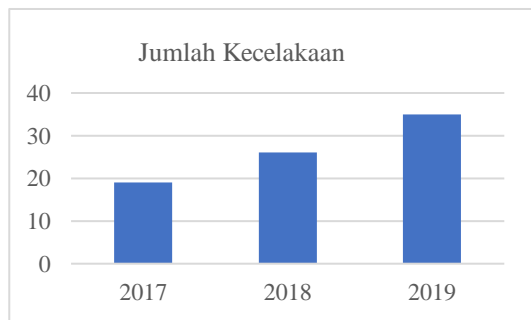
Keterangan :

- a = jumlah kejadian didaerah rawan tinggi
- b = jumlah kejadian didaerah rawan cukup tinggi
- N = Jumlah Kecelakaan

IV. Hasil dan Pembahasan

IV.1 Hasil Pemetaan Kejadian Kecelakaan

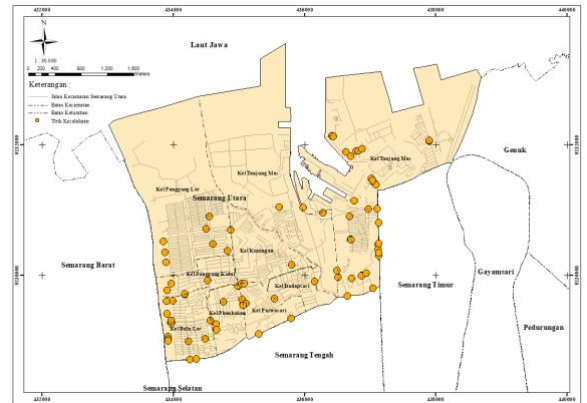
Persebaran kecelakaan yang terjadi di Kecamatan Semarang Utara ditentukan berdasarkan titik koordinat kejadian. Titik koordinat kejadian kecelakaan yang digunakan mulai dari tahun 2017 hingga 2019 yang berjumlah 80 titik. Berdasarkan Gambar IV.1 pada tahun 2017 tercatat 19 terjadi kecelakaan, tahun 2018 tercatat 26 terjadi kecelakaan dan tahun 2019 tercatat 35 terjadi kecelakaan.



Gambar IV.1 Jumlah Kecelakaan Tahun 2017-2019

Berdasarkan Gambar IV.2 Kelurahan Bandarharjo berjumlah 4 kecelakaan, Kelurahan Bulu Lor berjumlah 10 kecelakaan, Kelurahan Plombokan berjumlah 8 kecelakaan, Kelurahan Purwosari berjumlah 7 kecelakaan, Kelurahan Panggung Kidul berjumlah 7 kecelakaan, Kelurahan Panggung Lor berjumlah 6 kecelakaan, Kelurahan Kuningan berjumlah 2 kecelakaan, Kelurahan Tanjung Mas

berjumlah 35 kecelakaan dan Kelurahan Dadapsari berjumlah 1 kecelakaan. Kecelakaan yang paling banyak terjadi di Kecamatan Semarang Utara terdapat pada Kelurahan Tanjung Mas.



Gambar IV.2 Persebaran Lokasi Kecelakaan

IV.2 Hasil Pengolahan *K-Medians Clustering*

Pengelompokkan dilakukan dengan membagi ke dalam 3 kelas yaitu C1, C2 dan C3 dikarenakan jumlah sampel yang tidak terlalu banyak. Hasil *cluster* untuk tiap kelurahan dapat dilihat di Tabel IV-1.

Tabel IV-1 Hasil Cluster

Kelurahan	Kluster yang diikuti
Bandarharjo	2
Bulu Lor	3
Plombokan	2
Purwosari	2
Panggung Kidul	2
Panggung Lor	2
Kuningan	1
Tanjung Mas	3
Dadapsari	1

Medians baru diperoleh berdasarkan iterasi ke 3 dimana tidak terjadi perubahan *cluster*. Nilai *Medians* baru ditentukan dari perhitungan median dari jumlah kecelakaan dan jumlah korban dari setiap *cluster* dapat dilihat pada Tabel IV-2.

Tabel IV-2 *Medoids* Baru

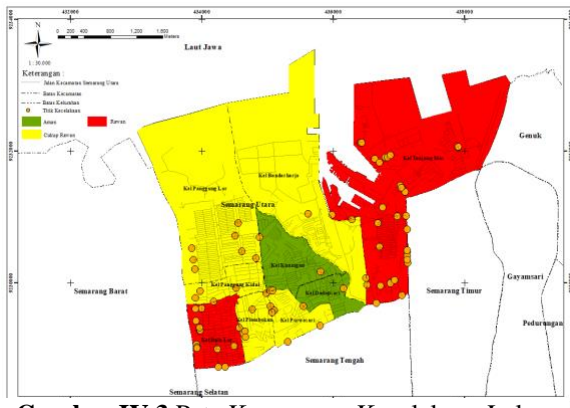
Pusat Cluster Baru Akhir	Jumlah Kecelakaan	Jumlah Korban
C1	2	2
C2	7	7
C3	23	29

IV.2.1 Hasil Pemetaan Kejadian Kecelakaan Menggunakan *K-Medians Clustering*

Berdasarkan dari hasil pengolahan *K-Medians Clustering* diperoleh daerah dengan tingkat kerawanan tinggi, sedang dan rendah. Pengelompokkan tersebut

berdasarkan pusat *cluster* baru akhir yang didapat dengan menghitung median di setiap *cluster*.

1. *Cluster* 1 (C1) merupakan daerah aman (rendah) jika jumlah kecelakaan ± 2 kejadian kecelakaan lalu lintas dan jumlah korban ± 2 korban.
2. *Cluster* 2 (C2) merupakan daerah cukup rawan (sedang) jika jumlah kecelakaan ± 7 kejadian kecelakaan lalu lintas dan jumlah korban ± 7 korban.
3. *Cluster* 3 (C3) merupakan daerah rawan (tinggi) jika jumlah kecelakaan ± 23 kejadian kecelakaan lalu lintas dan jumlah korban ± 29 korban.



Gambar IV.3 Peta Kerawanan Kecelakaan Lalu Lintas di Kecamatan Semarang Utara

Berdasarkan Gambar IV.3 diperoleh bahwa jumlah daerah rawan sebanyak 2 kelurahan, jumlah daerah cukup rawan sebanyak 5 kelurahan dan jumlah daerah aman sebanyak 2 kelurahan. Penentuan tingkat kerawanan dilihat berdasarkan rentang yang diperoleh dari pusat *cluster* baru.

IV.3 Hasil AHP

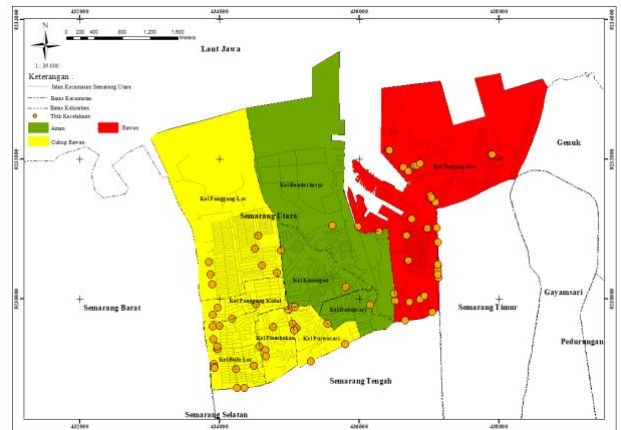
Hasil AHP dari penelitian ini dengan melakukan wawancara terhadap salah satu narasumber yaitu pihak kepolisian yang bertugas dalam kecelakaan lalu lintas di Kota Semarang. Nilai bobot yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel IV-3.

Tabel IV-3 Nilai *Eigen* Kriteria

No	Kriteria	Nilai <i>Eigen</i>
1	Kondisi Korban Kecelakaan	0,140
2	Lokasi Kejadian	0,299
3	Waktu Terjadinya Kecelakaan	0,187
4	Posisi Kecelakaan	0,187
5	Jenis Kendaraan Yang Terlibat	0,187
6	Total	1

Hasil CI yang diperoleh adalah 0,085. Hasil dari rasio konsistensi sebesar 0,076. Oleh karena itu, pembobotan di masing-masing kriteria diterima atau konsisten dikarenakan $CR < 0,1$.

IV.4 Analisis Daerah Rawan Kecelakaan Berdasarkan Waktu Kejadian



Gambar IV.4 Peta Kerawanan Berdasarkan Waktu Kejadian

Berdasarkan dari Gambar IV.4 diperoleh bahwa Kelurahan Bandarharjo termasuk daerah yang aman dengan waktu kejadian pagi hari sebanyak 2 dan dini hari sebanyak 2, Kelurahan Bulu Lor termasuk daerah cukup rawan dengan waktu kejadian pagi hari sebanyak 6, siang hari sebanyak 1, malam hari sebanyak 3 dan dini hari sebanyak 2, Kelurahan Plombokan termasuk daerah cukup rawan dengan waktu kejadian pagi hari sebanyak 1, siang hari sebanyak 3, malam hari sebanyak 1 dan dini hari sebanyak 3, Kelurahan Purwosari termasuk daerah cukup rawan dengan waktu kejadian pagi hari sebanyak 2, siang hari sebanyak 3, malam hari sebanyak 1 dan dini hari sebanyak 1, Kelurahan Punggug Kidul termasuk daerah cukup rawan dengan waktu kejadian pagi hari sebanyak 2 dan malam hari sebanyak 5, Kelurahan Punggug Lor termasuk daerah cukup rawan dengan waktu kejadian pagi hari sebanyak 1, siang hari sebanyak 4 dan malam hari sebanyak 1, Kelurahan Kuningan termasuk daerah yang aman dengan waktu kejadian dini hari sebanyak 1, Kelurahan Tanjung Mas termasuk daerah rawan dengan waktu kejadian pagi hari sebanyak 14, siang hari sebanyak 8, malam hari sebanyak 7 dan dini hari sebanyak 5 dan Kelurahan Dadapsari termasuk daerah yang aman dengan waktu kejadian pagi hari sebanyak 1. Maka jumlah daerah yang aman sebanyak 3 yaitu Kelurahan Bandarharjo, Kelurahan Kuningan dan Kelurahan Dadapsari. Jumlah daerah yang cukup rawan sebanyak 5 yaitu Kelurahan Bulu Lor, Kelurahan Plombokan, Kelurahan Purwosari, Kelurahan Punggug Kidul dan Kelurahan Punggug Lor. Jumlah daerah yang rawan sebanyak 1 yaitu Kelurahan Dadapsari.

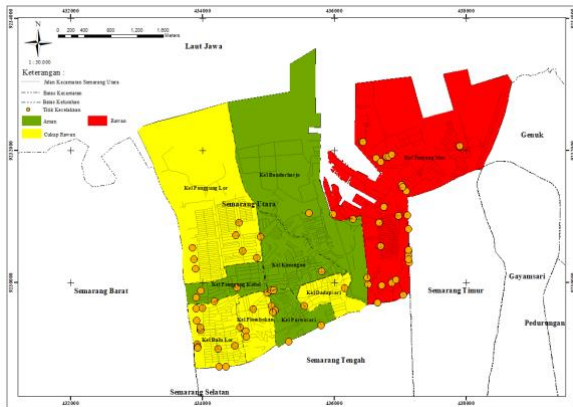
Berdasarkan data jumlah kejadian kecelakaan dari tahun 2017-2019 terhadap waktu terjadinya kecelakaan pada Gambar IV.5 dapat dilihat kecelakaan yang terjadi pada pagi hari mulai dari jam 06.01-12.00 WIB sebanyak 29 kejadian kecelekaan atau sebesar 36,25%. Kecelakaan yang terjadi pada siang hari mulai dari jam 12.01-18.00 WIB sebanyak 19 kejadian kecelakaan atau sebesar 23,75%. Kecelakaan yang terjadi pada malam hari mulai dari jam 18.01-24.00

WIB sebanyak 18 kejadian kecelakaan atau sebesar 22,5%. Kecelakaan yang terjadi pada dini hari mulai dari jam 00.01-06.00 WIB sebanyak 14 kejadian atau sebesar 17,5%. Dapat dilihat bahwa waktu yang sangat berpengaruh terhadap terjadinya kecelakaan lalu lintas adalah waktu pagi hari dengan persentase pengaruh sebesar 36,25 %. Hal ini disebabkan karena arus lalu lintas padat dan terjadinya aktivitas mulai bekerja atau sekolah.



Gambar IV.5 Data Jumlah Kejadian Kecelakaan Berdasarkan Waktu Terjadinya

IV.5 Analisis Daerah Rawan Kecelakaan Berdasarkan Kondisi Korban Kecelakaan

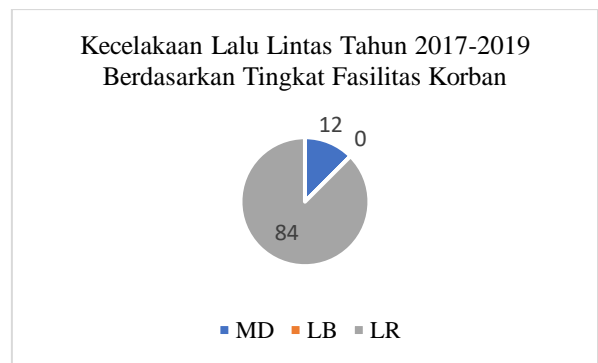


Gambar IV.6 Peta Kerawanan Berdasarkan Tingkat Fasilitas Korban

Berdasarkan dari Gambar IV.6 dapat diperoleh bahwa Kelurahan Bandarharjo termasuk daerah aman dengan kondisi korban kecelakaan terdiri dari meninggal dunia sebanyak 2 dan luka ringan sebanyak 3, Kelurahan Bulu Lor termasuk daerah cukup rawan dengan kondisi korban kecelakaan terdiri dari meninggal dunia sebanyak 1 dan luka ringan sebanyak 14, Kelurahan Plombokan termasuk daerah cukup rawan dengan kondisi korban kecelakaan terdiri dari luka ringan sebanyak 10, Kelurahan Purwosari termasuk daerah aman dengan kondisi korban kecelakaan terdiri dari meninggal dunia sebanyak 1 dan luka ringan sebanyak 6, Kelurahan Panggung Kidul termasuk daerah aman dengan kondisi korban kecelakaan terdiri dari luka ringan sebanyak 7, Kelurahan Panggung Lor termasuk daerah cukup rawan dengan kondisi korban kecelakaan terdiri dari

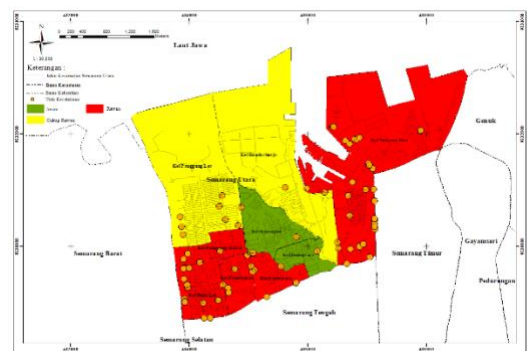
meninggal dunia sebanyak 1 dan luka ringan sebanyak 8, Kelurahan Kuningan termasuk daerah aman dengan kondisi korban kecelakaan terdiri dari luka ringan sebanyak 2, Kelurahan Tanjung Mas termasuk daerah rawan dengan kondisi korban kecelakaan terdiri dari meninggal dunia sebanyak 6 dan luka ringan sebanyak 34 dan Kelurahan Dadapsari termasuk daerah cukup rawan dengan kondisi korban kecelakaan terdiri dari meninggal dunia sebanyak 1. Jumlah daerah aman berdasarkan kondisi korban kecelakaan sebanyak 4 yaitu Kelurahan Bandarharjo, Kelurahan Purwosari, Kelurahan Panggung Kidul dan Kelurahan Kuningan. Jumlah daerah cukup rawan sebanyak 4 yaitu Kelurahan Bulu Lor, Kelurahan Plombokan, Kelurahan Panggung Lor dan Kelurahan Dadapsari. Jumlah daerah rawan sebanyak 1 yaitu Kelurahan Tanjung Mas.

Berdasarkan data jumlah kejadian kecelakaan tahun 2017-2019 terhadap kondisi korban kecelakaan pada Gambar IV.7 dapat dilihat bahwa meninggal dunia sebanyak 12 korban atau sebesar 12,5%. Luka berat sebanyak 0 korban atau tidak ada korban yang mengalami luka berat. Luka ringan sebanyak 84 korban atau sebesar 87,5%. Dapat dilihat bahwa luka ringan sangat berpengaruh besar terhadap kerawanan kecelakaan lalu lintas. Hal ini disebabkan semakin banyak korban yang terlibat maka semakin banyak pula kejadian kecelakaan yang terjadi.



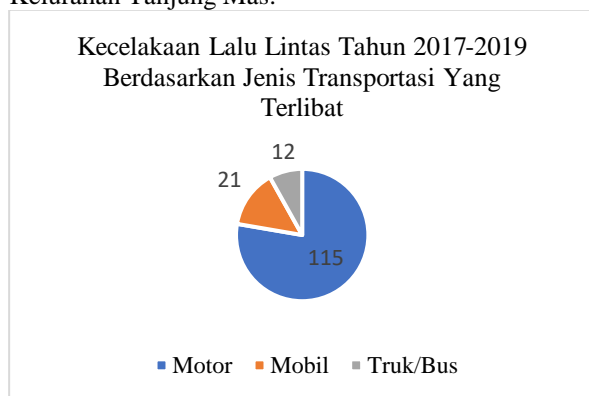
Gambar IV.7 Data Jumlah Kejadian Kecelakaan Berdasarkan Tingkat Fasilitas Korban

IV.6 Analisis Daerah Rawan Kecelakaan Berdasarkan Jenis Transportasi Yang Terlibat



Gambar IV.8 Peta Kerawanan Berdasarkan Jenis Transportasi Yang Terlibat

Berdasarkan dari Gambar IV.8 dapat diperoleh bahwa Kelurahan Bandarharjo termasuk daerah cukup rawan dengan jenis kendaraan terlibat terdiri dari motor sebanyak 6, mobil sebanyak 0 dan truk atau bus sebanyak 1, Kelurahan Bulu Lor termasuk daerah rawan dengan jenis kendaraan yang terlibat terdiri dari motor sebanyak 15, mobil sebanyak 5 dan truk atau bus sebanyak 0, Kelurahan Plombokan termasuk daerah rawan dengan jenis kendaraan yang terlibat terdiri dari motor sebanyak 11, mobil sebanyak 3 dan truk atau bus sebanyak 0, Kelurahan Purwosari termasuk daerah rawan dengan jenis kendaraan yang terlibat terdiri dari motor sebanyak 12, mobil sebanyak 1 dan truk atau bus sebanyak 1, Kelurahan Panggung Kidul termasuk daerah rawan dengan jenis kendaraan yang terlibat terdiri dari motor sebanyak 13, mobil sebanyak 1 dan truk atau bus sebanyak 0, Kelurahan Panggung Lor termasuk daerah cukup rawan dengan jenis kendaraan yang terlibat terdiri dari motor sebanyak 9, mobil sebanyak 3 dan truk atau bus sebanyak 0, Kelurahan Kuningan termasuk daerah aman dengan jenis kendaraan yang terlibat terdiri dari motor sebanyak 2, mobil sebanyak 1 dan truk atau bus 0, Kelurahan Tanjung Mas termasuk daerah rawan dengan jenis kendaraan yang terlibat terdiri dari motor sebanyak 47, mobil sebanyak 6 dan truk atau bus sebanyak 10 dan Kelurahan Dadapsari termasuk daerah aman dengan jenis kendaraan yang terlibat terdiri dari motor sebanyak 0, mobil sebanyak 1 dan truk atau bus sebanyak 0. Jumlah daerah aman berdasarkan jenis transportasi yang terlibat sebanyak 2 yaitu Kelurahan Kuningan dan Kelurahan Dadapsari. Jumlah daerah cukup rawan berdasarkan jenis transportasi yang terlibat sebanyak 2 yaitu Kelurahan Bandarharjo dan Kelurahan Panggung Lor. Jumlah daerah rawan berdasarkan jenis transportasi yang terlibat sebanyak 5 yaitu Kelurahan Bulu Lor, Kelurahan Plombokan, Kelurahan Purwosari, Kelurahan Panggung Kidul dan Kelurahan Tanjung Mas.



Gambar IV.9 Data Jumlah Kejadian Kecelakaan Berdasarkan Jenis Transportasi Yang Terlibat

Berdasarkan data jumlah kejadian kecelakaan tahun 2017-2019 terhadap jenis transportasi yang terlibat pada Gambar IV.9 dapat dilihat bahwa kendaraan motor sebanyak 115 atau sebesar 77,7%. Kendaraan mobil sebanyak 21 atau sebesar 14,1%. Kendaraan truk atau bus sebanyak 12 atau sebesar

8,1%. Dapat diperoleh bahwa kendaraan bermotor sangat banyak terjadi dan sangat berpengaruh terhadap kerawanan kecelakaan lalu lintas. Hal ini disebabkan karena daerah Kecamatan Semarang Utara terdapat Pelabuhan Tanjung Mas, Stasiun Tawang, Stasiun Poncol, Indopower Semarang, dan lain-lain yang menyebabkan banyaknya arus lalu lintas terjadi seperti kendaraan bermotor, mobil dan truk atau bus.

IV.7 Hambatan Samping Jalan

Hambatan samping merupakan dampak terhadap kinerja lalu lintas yang didapatkan berdasarkan kegiatan segmen samping jalan. Penelitian ini dilakukan pada hari Senin, 22 Februari 2021 dan hari Sabtu, 6 Maret 2021. Segmen ruas jalan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Jalan Ronggowarsito, Tanjung Mas, Semarang Utara. Lokasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah daerah pemukiman (Kelurahan Tanjung Mas), daerah komersial (warung makanan Mie Ayam Barokah sepanjang Pelabuhan Tanjung Mas) dan daerah industri (Indopower Semarang).

Tabel IV-4 Jumlah Hambatan Samping Jalan Pada Hari Senin

No	Lokasi Pengamatan	Kendaraan Keluar + Masuk (smp)	Penyeberang Jalan	Kendaraan Berhenti
1	Daerah Pemukiman	1.563	14	22
2	Daerah Komersial	1.723	37	40
3	Daerah Industri	2.326	31	42
	Total	5.612	82	104

Tabel IV-5 Jumlah Hambatan Samping Jalan Pada Hari Sabtu

No	Lokasi Pengamatan	Kendaraan Keluar + Masuk (smp)	Penyeberang Jalan	Kendaraan Berhenti
1	Daerah Pemukiman	1.897	8	21
2	Daerah Komersial	2.377	22	20
3	Daerah Industri	2.419	58	50
	Total	6.693	88	91

Keterangan : smp = satuan mobil penumpang

Dilihat dari data hambatan samping jalan yang diperoleh langsung dari lapangan pada Tabel IV.4 dan Tabel IV.5 bahwa hambatan samping jalan pada hari Sabtu lebih besar daripada hari Senin. Hal ini disebabkan karena pada hari Sabtu banyak aktivitas kendaraan yang keluar masuk pada Indopower Semarang. Selain itu banyak pekerja Indopower Semarang tetap melakukan aktivitas pekerjaan di hari Sabtu. Kejadian hambatan jalan didaerah Indopower Semarang dapat dilihat pada Gambar IV.10.



Gambar IV.10 Peta Hambatan Samping Jalan

Berdasarkan dari Tabel IV.4 dan Tabel IV.5 data hambatan samping jalan pada hari Senin dan Sabtu diperoleh bahwa daerah industri yaitu kendaraan keluar masuk merupakan kejadian terbesar terjadi pada ruas Jalan Ronggowarsito, Tanjung Mas. Pada Daerah industri yaitu daerah Indopower Semarang dikatakan sebagai hambatan samping jalan paling besar karena Indopower Semarang terletak di dekat Pelabuhan Tanjung Mas (dapat dilihat pada Gambar IV.10). Hal ini menyebabkan banyak kendaraan keluar masuk di daerah Indopower Semarang. Selain itu, Indopower Semarang tidak memiliki lampu lalu lintas yang menyebabkan banyak kendaraan dapat melewati daerah tersebut. Selain itu hal lain yang menyebabkan adalah didekat Indopower Semarang terdapat Pedagang Es Dawet yang menimbulkan banyaknya kendaraan yang masuk dan keluar serta kendaraan yang berhenti (dapat dilihat pada Gambar IV.10). Untuk penyeberang jalan dapat dilihat pada Gambar IV.10 banyak pekerja di industri melakukan penyeberangan untuk masuk kedalam daerah Indopower Semarang dan ke Pedangan Es Dawet.

IV.8 Uji Validasi Kekuatan Clustering dan Zonasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas

Uji validasi dilakukan untuk mengetahui tingkat kualitas clustering menggunakan algoritma *K-Medians Clustering*. Metode yang digunakan dalam validasi penelitian ini adalah *Silhouette Coefficient*.

Berdasarkan dari Tabel IV.6 diperoleh bahwa hasil validasi di setiap kelurahan dan rata-rata dari keseluruhan kelurahan sebesar 0,672 (tidak melebihi dari 1). Dengan demikian bahwa algoritma *K-Medians Clustering* dapat melakukan pengelompokkan terhadap daerah rawan kecelakaan lalu lintas dan termasuk kedalam kategori *Medium Structure*.

Tingkat kesesuaian zonasi kerawanan kecelakaan lalu lintas berdasarkan persamaan 1 dengan nilai a sebesar 2, b sebesar 6 dan c sebesar 1 memiliki hasil adalah 92,8%.

Tabel IV-6 Hasil *Silhouette Coefficient*

No	Kelurahan	S(i)
1	Bandarharjo	0,993
2	Bulu Lor	0,482
3	Plombokan	0,650
4	Purwosari	0,711
5	Panggung Kidul	0,711
6	Panggung Lor	0,681
7	Kuningan	0,803
8	Tanjung Mas	0,182
9	Dadapsari	0,835
	Rata-Rata	0,672

V. Kesimpulan dan Saran

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan , maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan pemetaan kecelakaan lalu lintas di Kecamatan Semarang Utara menggunakan *K-Medians Clustering* diperoleh sejumlah 80 kecelakaan yang terjadi di 9 Kelurahan. Kecelakaan yang paling banyak terjadi di terdapat pada Kelurahan Tanjung Mas. Hal ini dikarenakan Kelurahan Tanjung Mas memiliki Pelabuhan Tanjung Mas yang berdekatan di daerah industri dimana menyebabkan banyaknya transportasi berat seperti truk melintasi area tersebut. Selain itu didaerah Kelurahan Tanjung Mas terdapat jalan yang rusak yang dapat memicu terjadinya kecelakaan lalu lintas.
2. Berdasarkan hasil pengolahan menggunakan metode *K-Medians Clustering* untuk kejadian kecelakaan lalu lintas di Kecamatan Semarang Utara terbagi menjadi 3 kelas yaitu aman, cukup rawan dan rawan. Untuk kelas aman terdiri dari Kelurahan Kuningan dan Kelurahan Dadapsari, kelas cukup rawan terdiri dari Kelurahan Bandarharjo, Kelurahan Plombokan, Kelurahan Purwosari, Kelurahan Panggung Kidul dan Kelurahan Panggung Lor dan kelas rawan terdiri dari Kelurahan Bulu Lor dan Kelurahan Tanjung Mas.
3. Berdasarkan uji validasi ke setiap *cluster* menggunakan metode *Silhouette Coefficient*, nilai rata-rata yang didapatkan sebesar 0,672 (tidak melebihi dari 1) dan tingkat kesesuaian sebesar 92,8%. Dengan demikian bahwa algoritma *K-Medians Clustering* dapat melakukan pengelompokkan terhadap daerah rawan kecelakaan lalu lintas dan termasuk kedalam kategori *Medium Structure*.

V.2 Saran

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan dari awal hingga akhir, berikut saran-saran yang dapat dikemukakan untuk penelitian selanjutnya.

1. Penggunaan jumlah data kecelakaan yang lebih banyak di daerah yang berbeda sehingga hasil pengolahan *clustering* akan semakin baik.

2. Sebaiknya penelitian selanjutnya melakukan *clustering* terhadap jalan dikarenakan *clustering* terhadap area tidak terlalu spesifik dalam penentuan lokasi rawan kecelakaan.
3. Menambahkan parameter lain seperti lokasi kecelakaan dan, jumlah kejadian kecelakaan
4. Melakukan perbandingan hasil pemetaan rawan kecelakaan dengan metode *clustering* yang lain.
5. Melakukan analisis lebih lanjut mengenai prediksi daerah rawan kecelakaan lalu lintas di masa yang datang.
6. Melakukan visualisasi dalam bentuk webGIS atau aplikasi berbasis *android* untuk pemetaan hasil daerah rawan kecelakaan.
7. Menambahkan parameter perbedaan waktu dari pagi hari dan sore hari, semua hari *weekdays* dan *weekend* dalam hambatan samping jalan.

194.

- Ramdlon, N. (1990). *Menggairahkan Kesadaran Hukum dan Disiplin Penegak Hukum Dalam Lalu Lintas*. Bandung: Mandar Maju.
- RoSPA. (1992). *Road Safety Engineering Manual*, Royal Society for The Prevention of Accident. *Birmingham*.
- Tan. (2006). *Introduction to Data Mining*. Boston: Pearson Education.
- W J S Poerwadarminta. (1993). *Kamus Umum Bahasa Indonesia*. Jakarta : Balai Pustaka.
- Warpani. (2002). *Pengelolaan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Bandung: Penerbit ITB.
- Wicaksono, D. (2014). *ANALISIS KECELAKAAN LALU LINTAS (STUDI KASUS - JALAN RAYA UNGARAN - BAWEN) Dendy*. 3(78), 347.
- Xu, R., Wunsch, D., & Society, I. C. I. (2009). *Clustering*. Canada : A Jhon Wiley & Sons, Inc., Publication, pp 3-4.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin. (2007). *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Ali, M. (2009). *Metodologi Penelitian Hukum*. Surakarta: Uniesa University Press.
- Ariyanto. (2012). *Sistem Informasi Sumber Daya Lahan: Pengantar Aplikasi Arcview 3.3*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Bernhardsen, T. (2002). *Geographic Information Systems: An Introduction, 3rd Edition*. Canada: John Wiley & Sons Ltd.
- Budiyanto. (2010). *Sistem Informasi Geografis dengan ArcView GIS*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Dewanti. (1996). Karakteristik Kecelakaan Lalu Lintas di Yogyakarta. *UGM, No.3 Tahun*.
- Dwiyogo, P. (2006). Analisis Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas. *Universitas Gadjah Mada*.
- F.D., H. (2005). *Perencanaan Teknik dan Lalu Lintas*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hammouda, K., & Karray, F. (2000). A comparative study of data clustering techniques. *Tools of Intelligent Systems Design*, 5.
- Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2006). *Data Mining: Concepts and Techniques*. 585–631.
- Kadiyali. (1973). *Traffic Engineering and Transportation Planning*. *Khanna Pub*.
- Kaur. (2014). K-Medoid Clustering Algorithm- A Review. *International Journal of Computer Application and Technology*.
- Malkhamah, S. (1994). *Survey, Lampu Lalu Lintas, dan Pengantar Manajemen Lalu Lintas*. Yogyakarta: Biro Penerbit Fakultas Teknik, UGM.
- Peraturan Pemerintah Nomor 43. (1993).
- Pradipta, A. D. R. (2018). Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan Di Kota Semarang Dengan Menggunakan Metode Cluster Analysis (Studi Kasus : Kecamatan Banyumanik Dan Tembalang). *Jurnal Geodesi Undip*, 7(4), 185–