



UNIVERSITAS DIPONEGORO

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

TUGAS AKHIR

**ARGNES DIONANDA RESZA PRADIPTA
21110114120025**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG
SEPTEMBER 2018**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

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

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (Strata – 1)

**ARGNES DIONANDA RESZA PRADIPTA
21110114120025**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG
SEPTEMBER 2018**

HALAMAN PERNYATAAN

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
Telah saya nyatakan dengan benar

Nama : ARGNES DIONANDA RESZA PRADIPTA
NIM : 21110114120025
Tanda Tangan : 
Tanggal : 12 SEPTEMBER 2018

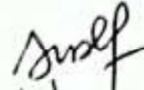
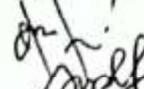
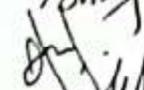
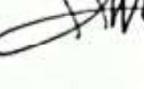
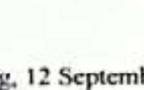
HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
NAMA : ARGNES DIONANDA RESZA PRADIPTA
NIM : 21110114120025
Jurusan/Departemen : TEKNIK GEODESI
Judul Skripsi :

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

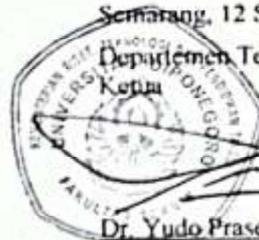
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana/ S1 pada Jurusan/Departemen Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing 1	: Mochammad Awaluddin, S.T., M.T.	()
Pembimbing 2	: Arief Laila Nugraha, S.T., M.Eng.	()
Penguji 1	: Mochammad Awaluddin, S.T., M.T.	()
Penguji 2	: Arief Laila Nugraha, S.T., M.Eng.	()
Penguji 3	: Abdi Sukmono, S.T., M.T.	()

Semarang, 12 September 2018

Departemen Teknik Geodesi
Ketua



Dr. Yudo Prasetyo, S.T., M.T.
NIP : 197904232006041001

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bila kaum muda yang telah belajar di sekolah menganggap dirinya terlalu tinggi dan pintar untuk melebur dengan masyarakat yang bekerja dengan cangkul dan hanya memiliki cita-cita sederhana, maka lebih baik pendidikan itu tidak diberikan sama sekali.

-TAN MALAKA-

*Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk pengkader hidup terhebat, **Ayah dan Ibu***

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Tuhan Yang Maha Esa, Pencipta dan Pemelihara alam semesta, akhirnya Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, meskipun proses belajar sesungguhnya tak akan pernah berhenti. Tugas akhir ini sesungguhnya bukanlah sebuah kerja individual dan akan sulit terlaksana tanpa bantuan banyak pihak yang tak mungkin Penulis sebutkan satu persatu, namun dengan segala kerendahan hati, Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Yudo Prasetyo, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
2. Bapak Moehammad Awaluddin, S.T., M.T. dan Bapak Arief Laila Nugraha, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak Moehammad Awaluddin, S.T., M.T., Bapak Arief Laila Nugraha, S.T., M.Eng., dan Bapak Abdi Sukmono, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji yang banyak memberikan saran dan masukan kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Yudo Prasetyo, S.T., M.T., selaku Dosen Wali yang telah memberikan bimbingan dan saran kepada penulis selama mengikuti perkuliahan.
5. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro yang telah memberikan ilmu kepada penulis selama mengikuti perkuliahan sampai akhir penulisan Tugas Akhir ini.
6. Staf Tata Usaha Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro yang membantu penulis dalam urusan administrasi perkuliahan dari awal hingga akhir masa studi.
7. Kepala Satlantas Polrestabes Semarang beserta jajarannya yang telah membantu penulis dalam memperoleh data Tugas Akhir ini.
8. Kepada keluarga penulis Bapak Marwoto, Ibu Praptiningsih, Fontina Dea Ayu Pritasari, Zulfrima Nasrudin, dan Andhareta Niluh Herayana yang selalu memberikan doa, kasih sayang, motivasi, dan bantuan baik dari materi maupun nonmateri dari awal mahasiswa baru hingga dapat menyelesaikan masa studi.
9. Keluarga Teknik Geodesi 2014 “AHOY” yang telah memberikan banyak kenangan sejak semester 1 sampai semester 9 dan mungkin selamanya.

10. Kakak dan Adik Tingkat Teknik Geodesi UNDIP yang telah membantu penulis selama menjalani masa perkuliahan, dan organisasi mahasiswa.
 11. Keluarga HM Teknik Geodesi 2016 “Siap Siap Siap” yang banyak memberikan pengalaman berorganisasi dan membantu penulis selama mengemban amanah sebagai Ketua Himpunan, terkhusus untuk fungsionaris tangguh: Sepril, Galuh, Dinda, Rahma, Yayuk, Angga, Risa, Fajrin, Meiga, Yulia, Wiwit, Icha, Diyanah, Kevin, Raihan, Ahoy, dan Mirta yang rela rapat berjam-jam setiap minggu tanpa dibayar sedikitpun.
 12. Keluarga SHERPA Mapala Teknik Geodesi UNDIP “Solid Solid Solid” yang telah memberikan ilmu kepecintaalaman dan petualangan baik di gunung, hutan, sungai, dan pantai.
 13. Teman-teman Mentoring Geodesi yang selalu memberikan hiburan dengan program-program menarik disetiap divisinya.
 14. Warmindo Abi Gondang yang menjadi tempat favorit untuk mencari inspirasi, rapat himpunan, ataupun nongkrong dengan teman dan kakak tingkat sejak penulis masih mahasiswa baru.
 15. Karyawan Surya Abadi yang sangat berjasa dalam percetakan makalah tugas kuliah, materi kuliah, bank soal ujian, maupun draft Tugas Akhir ini.
 16. Agnes Yonanda Margaretha Simarsoit yang selalu memberikan motivasi, dukungan, omelan, dan hiburan kepada penulis.
 17. Semua pihak yang telah memberikan dorongan dan dukungan baik berupa material maupun spiritual serta membantu kelancaran dalam penyusunan tugas akhir ini.
- Akhirnya, Penulis berharap semoga penelitian ini menjadi sumbangsih yang bermanfaat bagi dunia sains dan teknologi di Indonesia, khususnya disiplin keilmuan yang Penulis dalami.

Semarang, 12 September 2018

Penyusun

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ARGNES DIONANDA RESZA PRADIPTA
NIM : 21110114120025
Jurusan/Departemen : TEKNIK GEODESI
Fakultas : TEKNIK
Jenis Karya : SKRIPSI

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Noneksklusif Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

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

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : Semarang, 12 September 2018

Yang menyatakan



(Argnes Dionanda)

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 pengelompokkan *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, Traffic Accidents, GIS*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
Bab I Pendahuluan	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	2
I.3.1 Maksud	2
I.3.2 Tujuan	2
I.4 Manfaat Penelitian	3
I.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
I.6 Kerangka Penelitian	4
I.6.1 Persiapan	4
I.6.2 Pengumpulan Data	4
I.6.3 Pengolahan Data.....	4
I.6.4 Analisa Hasil	4
I.6.5 Penutup.....	4
I.7 Sistematika Penulisan Tugas Akhir	6
Bab II Tinjauan Pustaka	7
II.1 Penelitian Terdahulu	7
II.2 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	8
II.2.1 Kecamatan Banyumanik	8
II.2.2 Kecamatan Tembalang.....	9
II.3 Lalu Lintas	9

II.4	Kecelakaan Lalu Lintas.....	9
II.4.1	Pengertian Kecelakaan Lalu Lintas.....	9
II.4.2	Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas.....	10
II.4.3	Jenis dan Bentuk Kecelakaan Lalu Lintas.....	13
II.4.4	Daerah Rawan Kecelakaan.....	15
II.5	Jalan.....	16
II.5.1	Pengertian Jalan.....	16
II.5.2	Klasifikasi Jalan.....	16
II.6	Sistem Informasi Geografis.....	18
II.6.1	Pengertian Sistem Informasi Geografis.....	18
II.6.2	Subsistem Sistem Informasi Geografis.....	19
II.6.3	Komponen Sistem Informasi Geografis.....	21
II.7	<i>Cluster Analysis</i>	22
II.7.1	Pengertian <i>Clustering</i>	22
II.7.2	Syarat <i>Clustering</i>	22
II.7.3	Metode <i>Clustering</i>	23
II.8	Algoritma <i>K-Means Clustering</i>	24
II.9	Algoritma <i>Fuzzy C-Means</i>	25
II.10	Metode Kartometrik.....	27
Bab III	Metodologi Penelitian.....	29
III.1	Persiapan Penelitian.....	29
III.1.1	Perizinan Penelitian.....	29
III.1.2	Sumber Data Penelitian.....	29
III.1.3	Alat yang digunakan.....	29
III.2	Diagram Alir Penelitian.....	30
III.3	Pelaksanaan Penelitian.....	32
III.3.1	Pengklasifikasian Data.....	32
III.3.2	Pencarian Koordinat Lokasi Kecelakaan Lalu Lintas.....	34
III.3.3	Transformasi Koordinat.....	36
III.3.4	Pembagian Segmen Jalan.....	42
III.3.5	Proses Pengolahan Algoritma <i>Fuzzy C-Means</i>	50
III.3.6	Proses Pengolahan Algoritma <i>K-Means</i>	57
III.3.7	Validasi Data Kecelakaan Lalu Lintas.....	64

Bab IV	Hasil dan Pembahasan	66
IV.1	Pemetaan Kejadian Kecelakaan Lalu Lintas Kecamatan Banyumanik dan Tembalang.....	66
IV.1.1	Pengumpulan Data Koordinat Lokasi Kecelakaan Lalu Lintas	66
IV.1.2	Pemetaan Kejadian Kecelakaan	67
IV.2	Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan.....	68
IV.2.1	Hasil Pengolahan Algoritma <i>Fuzzy C-Means</i>	68
IV.2.2	Hasil Pengolahan Algoritma <i>K-Means</i>	75
IV.3	Validasi Hasil Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan	83
IV.4	Visualisasi Peta Rawan Kecelakaan	88
Bab V	Kesimpulan dan Saran	90
V.1	Kesimpulan	90
V.2	Saran	91
DAFTAR PUSTAKA	xcii
LAMPIRAN	xciv

DAFTAR GAMBAR

Gambar I-1 Diagram Alir Penelitian	5
Gambar II-1 Peta Administrasi Kota Semarang (Bappeda, 2010)	8
Gambar II-2 Subsistem SIG	20
Gambar II-3 <i>Hierarchical Clustering</i> (Han dkk, 2011)	23
Gambar II-4 Proses <i>K-Means Clustering</i> (Han dkk, 2011)	24
Gambar III-1 Diagram Alir Penelitian.....	30
Gambar III-3 Data Kejadian Kecelakaan Lalu Lintas (Satlantas Polrestabes Semarang)...	32
Gambar III-4 Tampilan Awal Google Earth	35
Gambar III-5 Batas Administrasi Hasil <i>Import</i>	35
Gambar III-6 Lokasi Kejadian Kecelakaan Lalu Lintas.....	36
Gambar III-7 Kejadian Kecelakaan Lalu Lintas pada <i>Ms. Excel</i>	36
Gambar III-8 Data Koordinat Geografis Lokasi Kejadian Kecelakaan	37
Gambar III-9 Tampilan Awal ArcGIS 10.4	37
Gambar III-10 <i>Data Frame Properties</i>	38
Gambar III-11 <i>Add Data Ms. Excel</i>	38
Gambar III-12 <i>Display XY Data</i>	39
Gambar III-13 Tampilan Persebaran Titik	39
Gambar III-14 <i>Export Data</i>	40
Gambar III-15 <i>Open Attribute Table</i>	40
Gambar III-16 Penambahan kolom X dan Y.....	41
Gambar III-17 <i>Calculate Geometry</i>	41
Gambar III-18 Hasil Penambahan Koordinat UTM pada Atribut.....	42
Gambar III-19 <i>Import Data</i>	43
Gambar III-20 Membuat <i>Shapefile</i> Baru	43
Gambar III-21 Setingan <i>Create New Shapefile</i>	44
Gambar III-22 Proses Digitasi.....	44
Gambar III-23 Panjang Jalan Sebelum Pembagian Segmen	44
Gambar III-24 Tampilan <i>ET Geowizard</i>	45
Gambar III-25 <i>Split Polyline Wizard</i>	45
Gambar III-26 <i>Attribute Table Polyline</i> Setelah Pembagian Segmen.....	46
Gambar III-27 Setingan <i>Buffer</i>	46

Gambar III-28 <i>Buffer Success</i>	46
Gambar III-29 Contoh Hasil Pembagian Segmen Jalan	47
Gambar III-30 Kejadian Kecelakaan Lalu Lintas Tiap Segmen	51
Gambar III-31 Data Jumlah Kejadian Kecelakaan dan Jumlah Korban per Segmen	51
Gambar III-32 Pengaturan <i>Symbologi</i>	56
Gambar III-33 <i>Create New Folder</i>	57
Gambar III-34 <i>Create New Shapefile</i>	58
Gambar III-35 <i>Symbol Selector</i>	58
Gambar III-36 <i>Start Editing</i>	59
Gambar III-37 Contoh <i>Pricking</i> Titik Pusat <i>Cluster</i>	59
Gambar III-38 <i>Attribute Table</i> Awal Pusat <i>Cluster</i>	60
Gambar III-39 Penambahan Kolom Koordinat Pada <i>Attribute Table</i>	60
Gambar III-40 <i>Calculate Geometry</i>	61
Gambar III-41 <i>Attribute Table</i> Setelah Penambahan Kolom Koordinat	61
Gambar III-42 <i>Table To Excel</i>	62
Gambar III-43 Data Pusat <i>Cluster</i> Hasil <i>Export to Excel</i>	62
Gambar III-44 <i>Plotting</i> Lokasi Kejadian Kecelakaan Lalu Lintas Tahun 2018.....	65
Gambar IV-1 Persebaran Titik Kejadian Kecelakaan Kecamatan Banyumanik.....	67
Gambar IV-2 Persebaran Titik Kejadian Kecelakaan Kecamatan Tembalang	67
Gambar IV-3 Jalan Perintis Kemerdekaan Segmen 4 (Kategori Rawan)	74
Gambar IV-4 Jalan Perintis Kemerdekaan Segmen 1 (Kategori Cukup Rawan).....	74
Gambar IV-5 Jalan Setiabudi Segmen 5 (Kategori Aman)	75
Gambar IV-6 Persebaran Lokasi Titik Pusat Rawan Kecelakaan	82
Gambar IV-7 Persebaran Lokasi Kejadian Kecelakaan Bulan Januari-April 2018	85
Gambar IV-8 Diagram Tingkat Kecelakaan Lalu Lintas Tahun 2018	85
Gambar IV-9 Contoh Visualisasi Peta Rawan Kecelakaan.....	89

DAFTAR TABEL

Tabel III-1 Keterangan Data Kecelakaan Lalu Lintas.....	32
Tabel III-2 Hasil Generalisasi Data Kecelakaan Lalu Lintas	33
Tabel III-3 Rincian Lokasi dan Segmen Jalan.....	47
Tabel III-4 Jumlah Kejadian dan Korban Kecelakaan Lalu Lintas Tiap Segmen Jalan.....	50
Tabel III-5 Nilai Bobot Kondisi Korban Kecelakaan Lalu Lintas	51
Tabel III-6 Data Jumlah Kejadian dan Korban Hasil Pembobotan.....	52
Tabel III-7 Nilai Awal Perhitungan.....	53
Tabel III-8 Keanggotaan Awal Masing-Masing Segmen.....	53
Tabel III-9 Pusat <i>Cluster</i> Iterasi 1	54
Tabel III-10 Fungsi Objektif Iterasi 1	54
Tabel III-11 Selisih Fungsi Objektif Iterasi 1.....	55
Tabel III-12 Keanggotaan Akhir Tiap Segmen Jalan.....	55
Tabel III-13 Contoh Data Kejadian Kecelakaan Jalan Perintis Kemerdekaan Segmen 4...	63
Tabel III-14 Pusat <i>Cluster</i> Awal Jalan Perintis Kemerdekaan Segmen 4	63
Tabel III-15 Perhitungan Pusat Baru	64
Tabel IV-1 Contoh Pengelompokan Kejadian Kecelakaan Lalu Lintas.....	66
Tabel IV-2 Data Pusat Masing-Masing <i>Cluster</i>	69
Tabel IV-3 Nilai Fungsi Objektif dan Selisih Fungsi Objektif	69
Tabel IV-4 Nilai Keanggotaan Akhir Tiap Segmen Jalan.....	70
Tabel IV-5 Hasil Akhir Algoritma <i>Fuzzy C-Means</i>	71
Tabel IV-6 Jumlah Anggota Tiap <i>Cluster</i>	72
Tabel IV-7 Rincian Anggota <i>Cluster</i>	72
Tabel IV-8 Data Awal Jalan Perintis Kemerdekaan Segmen 1	76
Tabel IV-9 Data Awal Jalan Perintis Kemerdekaan Segmen 4.....	76
Tabel IV-10 Koordinat Pusat <i>Cluster</i> Jalan Perintis Kemerdekaan Segmen 4 Hasil <i>Pricking</i>	77
Tabel IV-11 Jarak Masing-Masing Data Terhadap Tiap <i>Cluster</i>	78
Tabel IV-12 Alokasi Data Koordinat Kejadian Pada Masing-Masing <i>Cluster</i>	78
Tabel IV-13 Data Pusat <i>Cluster</i> Baru.....	79
Tabel IV-14 Perbandingan Nilai Jarak dan Keanggotaan <i>Cluster</i>	79
Tabel IV-15 Selisih Nilai X.....	80

Tabel IV-16 Selisih Nilai Y	80
Tabel IV-17 Koordinat Titik Pusat <i>Cluster</i>	80
Tabel IV-18 Deskripsi Lokasi Titik Pusat Rawan Kecelakaan Tiap Segmen Jalan.....	82
Tabel IV-19 Data Kejadian Kecelakaan Bulan Januari-April 2018	84
Tabel IV-20 Kejadian Kecelakaan Bulan Januari-April 2018 Tiap Segmen	86
Tabel IV-21 Rata-Rata Jarak Titik Kejadian Ke Pusat <i>Cluster</i>	87

Bab 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 %. Saat ini Kota Semarang memiliki peran yang sangat vital baik segi ekonomi, politik, dan sosial terutama di provinsi Jawa Tengah, maka kebutuhan fasilitas seperti sarana dan prasarana transportasi baik darat, laut, maupun udara menjadi faktor penunjang kelancaran seluruh aktivitas di Kota Semarang

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. Bagi masyarakat informasi ini berguna untuk tindakan antisipasi, bagi kepolisian lalu lintas berguna untuk meningkatkan pengawasan pada daerah rawan kecelakaan dengan memberikan rambu-rambu peringatan, sedangkan bagi pemerintah, informasi ini berguna untuk mengambil kebijakan dalam meningkatkan sarana dan prasarana jalan.

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

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

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

I.3.1 Maksud

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

I.3.2 Tujuan

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian tugas akhir ini ialah:

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

Penelitian ini diberikan batasan supaya tidak terlalu jauh dari kajian masalah yang telah dipaparkan. Berikut batasan masalah pada penelitian ini:

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

I.6 Kerangka Penelitian

I.6.1 Persiapan

Melakukan studi literatur untuk memperdalam pemahaman, pengetahuan serta informasi dari topik penelitian yang akan dilakukan. Informasi yang diperdalam baik dari segi data, metode ataupun analisis dari topik penelitian. Serta mempersiapkan peralatan baik perangkat keras maupun lunak.

I.6.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian, antara lain citra satelit resolusi tinggi Kota Semarang dari Badan Informasi Geospasial, peta administrasi dan peta jaringan jalan dalam format (*.shp) yang diperoleh dari BAPPEDA Kota Semarang, dan data kecelakaan lalu lintas tahun 2016-2018 dari Satlantas Polrestabes Semarang yang kemudian dicari koordinat lokasi kejadian dengan bantuan citra Google Earth.

I.6.3 Pengolahan Data

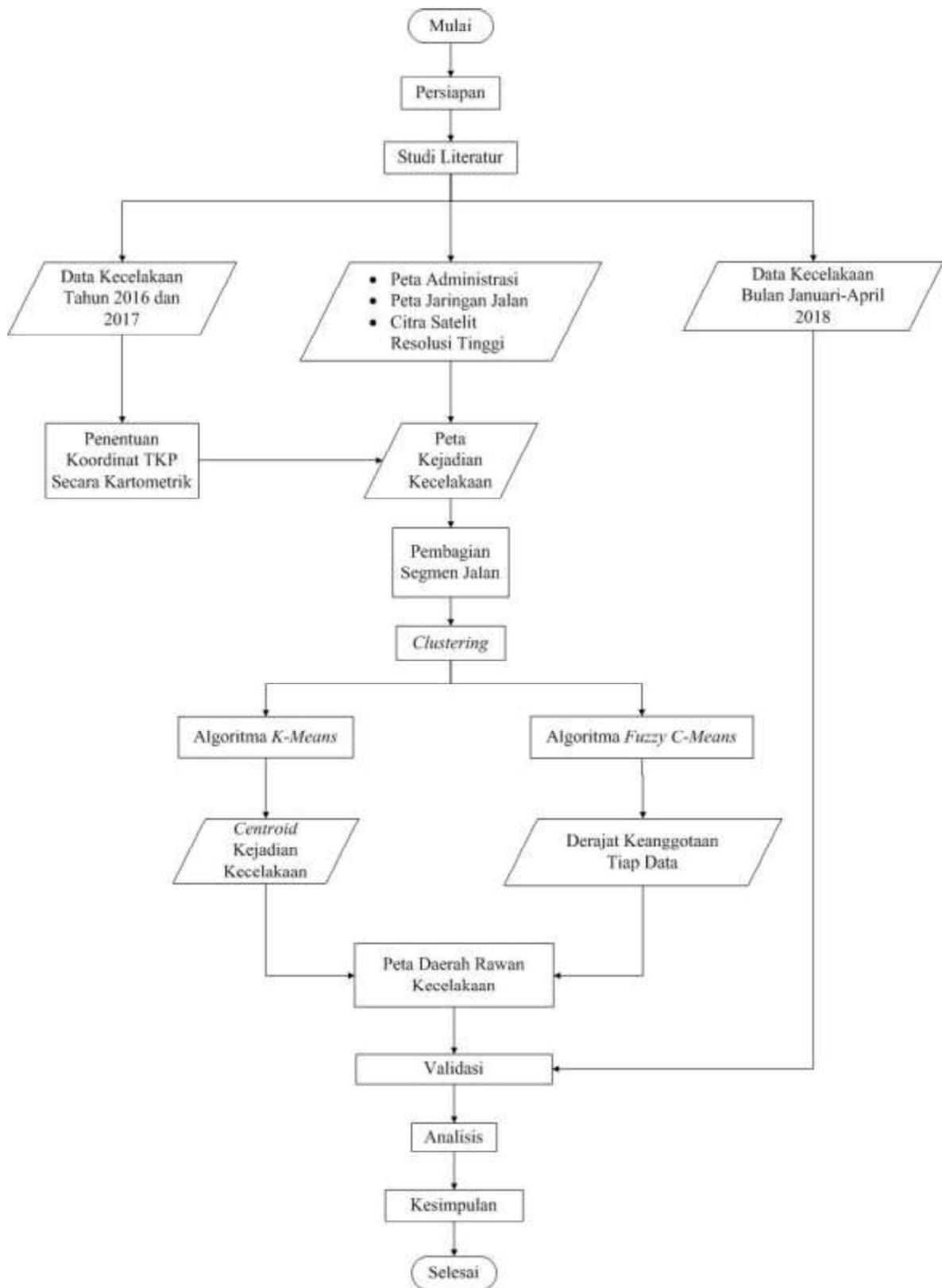
Melakukan transformasi koordinat yang telah diperoleh dari proses kartografi menjadi koordinat UTM, mengeliminasi data atribut yang tidak dibutuhkan, dilanjutkan pengolahan data dengan metode *K-means* dan *Fuzzy C-Means Clustering*, kemudian dilakukan visualisasi di *software* ArcGIS.

I.6.4 Analisa Hasil

Analisis dilakukan setelah mengetahui hasil pengolahan *Clustering* dan hasil validasi data, kemudian didapatkan lokasi rawan kecelakaan lalu lintas di Kecamatan Banyumanik dan Kecamatan Tembalang.

I.6.5 Penutup

Penarikan kesimpulan berdasarkan rumusan masalah serta analisa terhadap hasil penelitian yang telah dilakukan dilengkapi dengan pemberian saran untuk perkembangan penelitian selanjutnya.



Gambar I-1 Diagram Alir Penelitian

I.7 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Sistematika penulisan laporan penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran dari struktur laporan agar lebih jelas dan terarah. Adapun sistematikanya sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, maksud dan tujuan, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang gambaran lokasi penelitian yaitu Kecamatan Banyumanik dan Kecamatan Tembalang, pengertian kecelakaan lalu lintas, Sistem informasi Geografis, *Cluster Analysis*, Algoritma *K-Means*, dan Algoritma *Fuzzy C-Means*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang tahapan pelaksanaan penelitian mulai dari persiapan, pengumpulan data, proses pengolahan data menggunakan *K-Means* dan *Fuzzy C-Means Clustering*, dan proses penyajian peta.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan hasil pengolahan metode *clustering*, pembahasan mengenai persebaran daerah rawan kecelakaan lalu lintas di Kecamatan Banyumanik dan Tembalang, serta hasil validasi data *clustering* dengan data kecelakaan tahun 2018.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian dan saran-saran untuk penelitian selanjutnya yang sejenis agar lebih baik.

Bab II Tinjauan Pustaka

II.1 Penelitian Terdahulu

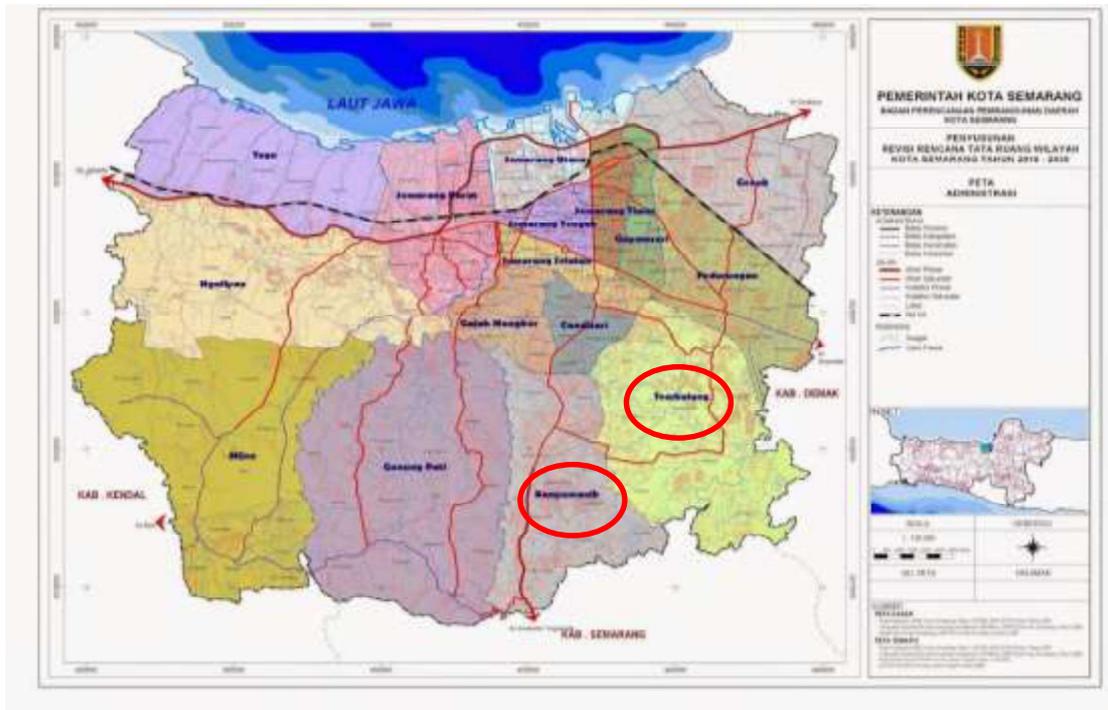
Berikut ini adalah tinjauan dari beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya sebagai referensi penelitian yang akan dilakukan:

Table II-1 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul	Metode
1	Nanda Dewi Arumsari (2016)	Pemodelan Daerah Rawan Kecelakaan Dengan Menggunakan <i>Cluster Analysis</i> (Studi Kasus : Kabupaten Boyolali)	Mengelompokkan data titik kecelakaan menggunakan <i>tools Kernel density</i> dalam ArcGIS, kemudian menganalisa daerah aman sampai rawan kecelakaan
2	Achmad Fauzan, Abid Yanuar Badharudin, Feri Wibowo (2014)	Sistem Klasterisasi Menggunakan Metode <i>K-Means</i> dalam Menentukan Posisi <i>Access Point</i> Berdasarkan Posisi Pengguna <i>Hotspot</i> di Universitas Muhammadiyah Purwokerto	Menentukan data pengguna <i>Hotspot</i> dan jumlah perangkat <i>access point</i> , kemudian diklasterisasi menggunakan algoritma <i>K-Means</i>
3	Novianti Puspitasari (2017)	Penentuan Prioritas Perbaikan Jalan Menggunakan <i>Fuzzy C-Means</i> : Studi Kasus Perbaikan Jalan Di Kota Samarinda	Menentukan derajat keanggotaan dari data jalan. Menentukan skala prioritas berdasarkan kepadatan lalu lintas

Terdapat tiga jurnal yang digunakan sebagai referensi untuk penelitian ini. Dalam penelitian “Pemodelan Daerah Rawan Kecelakaan Dengan Menggunakan *Cluster Analysis* (Studi Kasus : Kabupaten Boyolali)” (Arumsari, 2016) menggunakan metode *Kernel Density* dalam pemodelan daerah rawan kecelakaan. Pada penelitian kedua dengan judul “Sistem Klasterisasi Menggunakan Metode *K-Means* dalam Menentukan Posisi *Access Point* Berdasarkan Posisi Pengguna *Hotspot* di Universitas Muhammadiyah Purwokerto” (Fauzan dkk, 2014) menggunakan algoritma *K-Means* dalam menentukan titik pusat tiap kluster. Sedangkan penelitian ketiga dengan judul “Penentuan Prioritas Perbaikan Jalan Menggunakan *Fuzzy C-Means* : Studi Kasus Perbaikan Jalan Di Kota Samarinda” (Puspitasari, 2017) menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means* dalam menentukan prioritas perbaikan jalan berdasarkan kepadatan lalu lintas masing-masing jalan.

II.2 Gambaran Umum Lokasi Penelitian



Gambar II-1 Peta Administrasi Kota Semarang (Bappeda, 2010)

Kota Semarang merupakan ibukota Provinsi Jawa Tengah. Letak Kota Semarang berada pada koordinat $6^{\circ} 50' \text{ LS} - 7^{\circ} 10' \text{ LS}$ dan $109^{\circ} 35' \text{ BT} - 110^{\circ} 50' \text{ BT}$ dengan batas wilayah administratif sebelah utara dibatasi Laut Jawa, sebelah timur dengan Kabupaten Demak, sebelah selatan dengan Kabupaten Semarang, dan sebelah barat dengan Kabupaten Kendal. Kota Semarang memiliki 1.024 ruas jalan dengan panjang total $\pm 835,3$ Kilometer (Dinas Bina Marga, 2017). Menurut data dari Satlantas Polrestabes Semarang menunjukkan pada tahun 2016-2017 total kejadian kecelakaan di Kota Semarang ± 2.024 kejadian.

II.2.1 Kecamatan Banyumanik

Kecamatan Banyumanik terletak dibagian selatan Kota Semarang, dengan kondisi geografis daerah perbukitan dan termasuk kawasan pemukiman padat dan tempat perdagangan dengan luas wilayah kurang lebih $25,13 \text{ km}^2$. Kecamatan Banyumanik menjadi gerbang keluar masuknya kendaraan dari arah Kabupaten Semarang. Berikut adalah data informasi jalan di Kecamatan Banyumanik:

- Ruas Jalan : 752 ruas
- Panjang Total : $\pm 169,8$ Kilometer

- Lebar Jalan : 3-9 Meter
- Kondisi Umum : Baik
- Kejadian Kecelakaan : 168 (Tahun 2016-2017)

II.2.2 Kecamatan Tembalang

Kecamatan Tembalang terletak di bagian selatan Kota Semarang tepatnya sebelah timur Kecamatan Banyumanik, memiliki luas wilayah kurang lebih 40,6 Km², sejak berdirinya Universitas Diponegoro, Kecamatan Tembalang berkembang pesat dengan banyaknya pemukiman dan pertokoan. Berikut adalah data informasi jalan di Kecamatan Tembalang:

- Ruas Jalan : 763 ruas
- Panjang Total : ± 192,1 Kilometer
- Lebar Jalan : 2-8 Meter
- Kondisi Umum : Baik
- Kejadian Kecelakaan : 81 (Tahun 2016-2017)

II.3 Lalu Lintas

Lalu lintas adalah suatu sistem yang terdiri dari beberapa komponen, komponen utama yaitu suatu sistem yang meliputi semua jenis prasarana infrastruktur dan sarana dari semua jenis kendaraan, seperti : jaringan jalan, fasilitas jalan, pelengkap jalan, angkutan umum dan pribadi, dan jenis kendaraan lain yang menyelenggarakan proses memindahkan orang atau bahan dari suatu tempat ke tempat lain yang dibatasi jarak tertentu (Sumarsono, 1996). Sedangkan lalu lintas di dalam Undang-undang No 22 tahun 2009 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.4 Kecelakaan Lalu Lintas

II.4.1 Pengertian Kecelakaan Lalu Lintas

Kecelakaan lalu lintas 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 (UU No 22 Tahun 2009).

Di dalam terjadinya suatu kejadian kecelakaan selalu mengandung unsur ketidak sengajaan dan tidak disangka-sangka serta akan menimbulkan perasaan terkejut, heran dan trauma bagi orang yang mengalami kecelakaan tersebut. Apabila kecelakaan terjadi dengan disengaja dan telah direncanakan sebelumnya, maka hal tersebut merupakan suatu tindakan kriminal.

Kecelakaan lalu lintas adalah kejadian dimana sebuah kendaraan bermotor bertabrakan dengan benda lain dan menyebabkan kerusakan. Terkadang kecelakaan ini mengakibatkan korban luka atau kematian manusia atau binatang (WHO, 2004).

Kecelakaan lalu lintas dapat didefinisikan sebagai suatu peristiwa yang jarang dan tidak tentu kapan terjadinya dan bersifat multi faktor yang selalu didahului oleh situasi dimana seorang atau lebih pemakai jalan telah gagal mengatasi lingkungan mereka. Filosofi penelitian kecelakaan menganggap bahwa kecelakaan lalu lintas adalah suatu peristiwa acak yang berdasarkan 2 aspek utama yaitu lokasi dan waktu (DLLAJ, 2017).

Dari beberapa definisi kecelakaan lalu lintas tersebut dapat disimpulkan bahwa kecelakaan lalu lintas merupakan suatu peristiwa yang dapat terjadi dimana saja dan kapan saja tanpa ada unsur kesengajaan yang melibatkan kendaraan bermotor, kecelakaan lalu lintas dapat mengakibatkan kerugian harta benda dan/atau mengakibatkan korban manusia.

II.4.2 Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas

Banyak faktor yang dapat mempengaruhi tingginya angka kecelakaan. Salah satu faktor tersebut adalah kondisi lalu lintas, dimana kondisi lalu lintas adalah akumulasi interaksi berbagai karakteristik pemakai jalan, jalan, karakteristik lingkungan/cuaca dan kendaraan (Dendy, 2014). Faktor-faktor yang dapat menjadi penyebab kecelakaan lalu lintas antara lain :

1. Faktor manusia

Faktor manusia sebagai pengguna jalan dapat digolongkan menjadi dua, yaitu :

- a. Pengemudi, termasuk pengemudi kendaraan tak bermotor
- b. Pejalan kaki, termasuk pedagang kaki lima, pedagang asongan, dan lain-lain.

Faktor manusia merupakan faktor yang paling dominan dalam kecelakaan. Hampir semua kejadian kecelakaan didahului dengan pelanggaran rambu-rambu lalu lintas. Pelanggaran dapat terjadi karena sengaja melanggar, ketidak tahuan terhadap arti aturan yang berlaku ataupun tidak melihat ketentuan yang diberlakukan atau pura-pura tidak tahu. Selain itu manusia sebagai pengguna jalan raya sering sekali

lalai bahkan ugal-ugalan dalam mengendarai kendaraan, tidak sedikit angka kecelakaan lalu lintas diakibatkan karena membawa kendaraan dalam keadaan mabuk, mengantuk, dan mudah terpancing oleh ulah pengguna jalan lainnya yang mungkin dapat memancing gairah untuk balapan.

2. Faktor kendaraan

Faktor kendaraan yang paling sering terjadi adalah ban pecah, rem tidak berfungsi sebagaimana seharusnya, kelelahan logam yang mengakibatkan bagian kendaraan patah, peralatan yang sudah aus tidak diganti dan berbagai penyebab lainnya. Keseluruhan faktor kendaraan sangat terkait dengan teknologi yang digunakan, perawatan yang dilakukan terhadap kendaraan. Untuk mengurangi faktor kendaraan perawatan dan perbaikan kendaraan diperlukan, disamping itu adanya kewajiban untuk melakukan pengujian kendaraan bermotor secara reguler.

3. Faktor jalan

Sifat – sifat dan kondisi jalan sangat berpengaruh sebagai penyebab kecelakaan lalu lintas. Kondisi perbaikan jalan mempengaruhi sifat – sifat kecelakaan. Ahli jalan dan ahli lalu lintas merencanakan jalan dengan cara yang benar dan perawatan secukupnya dengan harapan keselamatan akan bisa tercapai. Perencanaan tersebut berdasarkan hasil analisa berdasarkan fungsi jalan, volume dan komposisi lalu lintas, kecepatan rencana, topografi, faktor manusia, berat dan ukuran kendaraan, lingkungan sosial serta dana (Soesantiyo, 1985 dalam tesis Wedasana Tahun 2011). Faktor – faktor yang disebabkan oleh jalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

a. Kecelakaan jalan yang disebabkan oleh perkerasan jalan :

- 1) Lebar perkerasan yang tidak memenuhi syarat.
- 2) Permukaan jalan yang licin dan bergelombang.
- 3) Permukaan jalan yang berlubang.

b. Kecelakaan jalan yang disebabkan jalan :

- 1) Tikungan yang terlalu tajam.
- 2) Tanjakan dan turunan yang terlalu curam.

c. Kecelakaan jalan yang disebabkan oleh pengelolaan jalan :

- 1) Jalan rusak.
- 2) Perbaikan jalan yang menyebabkan kerikil dan debu berserakan.

d. Kecelakaan jalan yang disebabkan oleh penerangan jalan :

- 1) Tidak adanya lampu penerangan jalan pada malam hari.

- 2) Lampu penerangan jalan yang rusak dan tidak diganti.
- e. Kecelakaan jalan yang disebabkan oleh rambu – rambu lalu lintas :
- 1) Rambu ditempatkan pada tempat yang tidak sesuai.
 - 2) Rambu lalu lintas yang ada kurang dan rusak.
 - 3) Penempatan rambu yang membahayakan pengguna jalan.
4. Faktor lingkungan
- Jalan mempunyai pengaruh besar terhadap aksesibilitas lalu lintas antar kota. Berbagai faktor lingkungan jalan sangat berpengaruh dalam kegiatan lalu lintas. Hal ini mempengaruhi pengemudi dalam mengatur kecepatan (mempercepat, konstan, memperlambat atau berhenti). Faktor-faktor yang mempengaruhi kondisi lingkungan (Oglesby dan Hick, 1999), antara lain :
- a. Lokasi Jalan
- 1) Di dalam kota, misalnya di daerah pasar, pertokoan, perkantoran, sekolah, perumahan dan lain sebagainya.
 - 2) Di luar kota misalnya di daerah datar, pedesaan, pegunungan dan sebagainya.
 - 3) Di tempat khusus, misalnya di depan tempat ibadah, rumah sakit, tempat wisata dan lain sebagainya.
- b. Iklim dan Cuaca
- Indonesia mengalami dua macam musim yaitu musim penghujan dan kemarau, hal ini menjadi perhatian bagi para pengemudi dalam mengemudikan kendaraannya. Selain itu adanya pergantian waktu dari pagi, siang, sore dan malam hari memberikan intensitas cahaya yang berbeda, hal tersebut mempengaruhi kondisi jalan yang terang, gelap atau remang – remang. Sehingga mempengaruhi para pengemudi sewaktu mengendarai kendaraannya.
- c. Volume Lalu Lintas (karakter arus Lalu Lintas)
- Volume lalu lintas adalah sebuah peubah (variabel) yang paling penting dalam teknik lalu lintas, dan pada dasarnya merupakan proses perhitungan yang berhubungan dengan jumlah gerakan per satuan waktu pada lokasi tertentu. (Oglesby dan Hick, 1999). Arus lalu lintas pada suatu lokasi tergantung pada beberapa faktor yang berhubungan dengan kondisi daerah setempat. Besaran ini bervariasi pada tiap jam dalam sehari, tiap hari dalam seminggu dan tiap bulan dalam satu tahun sehingga karakternya berubah.

d. Geometrik Jalan

Geometrik jalan adalah suatu bangun jalan raya yang menggambarkan tentang bentuk / ukuran jalan raya baik yang menyangkut penampang melintang, memanjang, maupun aspek lain yang terkait dengan bantuan fisik jalan. Geometri yang direncanakan harus menghasilkan efisiensi yang maksimum terhadap operasi lalu lintas dengan aman, nyaman dan ekonomis. Secara detail rancangan tergantung pada topografi, lokasi, tipe dan intensitas lalu lintas pada jalan tersebut.

II.4.3 Jenis dan Bentuk Kecelakaan Lalu Lintas

Jenis dan bentuk kecelakaan dapat diklasifikasikan menjadi lima yaitu, kecelakaan berdasarkan korban kecelakaan, kecelakaan berdasarkan lokasi kejadian, kecelakaan berdasarkan waktu terjadinya kecelakaan, kecelakaan berdasarkan posisi terjadinya kecelakaan dan kecelakaan berdasarkan jumlah kendaraan yang terlibat. Penjelasan mengenai jenis dan bentuk kecelakaan tersebut diuraikan lebih lanjut dibawah ini :

1. Kecelakaan Berdasarkan Korban Kecelakaan

Menurut pasal 93 dari Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan, sebagai peraturan pelaksanaan dari Undang – Undang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, mengklasifikasikan korban kecelakaan sebagai berikut :

a. Kecelakaan Luka Fatal/Meninggal

Korban meninggal atau korban mati adalah korban yang dipastikan mati sebagai akibat kecelakaan lalu lintas dalam waktu paling lama 30 hari setelah kecelakaan tersebut.

b. Kecelakaan Luka Berat

Korban luka berat adalah korban yang karena luka-lukanya menderita cacat tetap atau harus dirawat dalam jangka waktu lebih dari 30 hari sejak terjadinya kecelakaan. Yang dimaksud cacat tetap adalah apabila sesuatu anggota badan hilang atau tidak dapat digunakan sama sekali dan tidak dapat sembuh/pulih untuk selama-lamanya.

c. Kecelakaan Luka Ringan

Korban luka ringan adalah keadaan korban mengalami luka-luka yang tidak membahayakan jiwa dan/atau tidak memerlukan pertolongan/perawatan lebih lanjut di Rumah Sakit.

2. Kecelakaan Berdasarkan Lokasi Kejadian

Kecelakaan dapat terjadi dimana saja disepanjang ruas jalan, baik pada jalan lurus, tikungan jalan, tanjakan dan turunan, di dataran atau di pegunungan, di dalam kota maupun di luar kota.

3. Kecelakaan Berdasarkan Waktu Terjainya Kecelakaan

Kecelakaan berdasarkan waktu terjadinya kecelakaan dapat digolongkan menjadi dua, yaitu : jenis dan waktu.

a. Jenis Hari

- Hari Kerja : Senin, Selasa, Rabu, Kamis dan Jumat.
- Hari Libur Nasional : Hari Libur Nasional
- Akhir Pekan : Sabtu dan minggu.

b. Waktu

- Dini Hari : jam 00.00 – 06.00
- Pagi Hari : jam 06.00 – 12.00
- Siang Hari : jam 12.00 – 18.00
- Malam Hari : jam 18.00 – 24.00

4. Kecelakaan Berdasarkan Posisi Kecelakaan

Kecelakaan dapat terjadi dalam berbagai posisi tabrakan, diantaranya :

- a. Tabrakan pada saat menyalip (*side swipe*).
- b. Tabrakan depan dengan samping (*right angle*)
- c. Tabrakan muka dengan belakang (*rear end*).
- d. Tabrakan muka dengan muka (*head on*)
- e. Tabrakan dengan pejalan kaki (*pedestrian*)
- f. Tabrakan lari (*hit dan run*)
- g. Tabrakan diluar kendali (*out of control*)

5. Kecelakaan Berdasarkan Jumlah Kendaraan yang Terlibat

Kecelakaan dapat juga didasarkan atas jumlah kendaraan yang terlibat baik itu kecelakaan tunggal yang dilakukan oleh satu kendaraan, kecelakaan ganda yang dilakukan oleh dua kendaraan, maupun kecelakaan beruntun yang dilakukan oleh lebih dari dua kendaraan.

II.4.4 Daerah Rawan Kecelakaan

Daerah rawan kecelakaan lalu lintas meliputi dua tahapan diantaranya sejarah kecelakaan (*acciden history*) dari seluruh wilayah studi dipelajari untuk memilih beberapa lokasi yang rawan terhadap kecelakaan dan lokasi terpilih dipelajari secara detail untuk menemukan penanganan yang dilakukan. Menurut Pusdiklat Perhubungan Darat, 1998, daerah rawan kecelakaan dikelompokkan menjadi tiga diantaranya, tampak rawan kecelakaan (*hazardous sites*), rute rawan kecelakaan (*hazardous routes*) dan wilayah rawan kecelakaan (*hazardous area*).

1. Lokasi rawan kecelakaan (*hazardous sites*)

Lokasi atau *site* adalah daerah-daerah tertentu yang meliputi pertemuan jalan, *access point* dan ruas jalan yang pendek. Berdasarkan panjangnya, lokasi rawan kecelakaan (*hazardous site*) dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu :

- a. *Black site/section* merupakan ruas rawan kecelakaan lalu lintas
- b. *Black spot* merupakan titik pada ruas rawan kecelakaan lalu lintas (0,03 kilometer sampai dengan 1,0 kilometer).

2. Rute rawan kecelakaan (*hazardous routes*)

Panjang rute kecelakaan biasanya ditetapkan lebih dari 1 kilometer. Kriteria yang dipakai dalam menentukan rute rawan kecelakaan (*hazardous routes*) adalah sebagai berikut:

- a. Jumlah kecelakaan melebihi suatu nilai tertentu dengan mengabaikan variasi panjang rute dan variasi volume kecelakaan.
- b. Jumlah kecelakaan per kilometer melebihi suatu nilai tertentu dengan mengabaikan nilai kendaraan.
- c. Tingkat kecelakaan (per kendaraan-kilometer) melebihi nilai tertentu.

3. Wilayah rawan kecelakaan (*hazardous area*)

Luas wilayah rawan kecelakaan (*hazardous area*) biasanya ditetapkan berkisar 5 km². Kriteria dipakai dalam penentuan wilayah kecelakaan adalah sebagai berikut:

- a. Jumlah kecelakaan per km² pertahun dengan mengabaikan variasi panjang jalan dan variasi volume lalu lintas.
- b. Jumlah kecelakaan per penduduk dengan mengabaikan variasi panjang jalan dan variasi volume kecelakaan.
- c. Jumlah kecelakaan per kilometer jalan dengan mengabaikan volume lalu lintas.
- d. Jumlah kecelakaan perkendaraan yang dimiliki oleh penduduk didaerah tersebut (hal ini memasukkan faktor volume lalu lintas secara kasar). Menurut pedoman

penanganan lokasi rawan kecelakaan. Suatu lokasi dapat dinyatakan sebagai lokasi rawan kecelakaan apabila :

- 1) Memiliki angka kecelakaan yang tinggi.
- 2) Lokasi kejadian kecelakaan relatif bertumpuk.
- 3) Lokasi kecelakaan berupa persimpangan, atau segmen ruas jalan sepanjang 100-300 m untuk jalan perkotaan, atau segmen ruas jalan sepanjang 1 km untuk jalan antar kota.
- 4) Kecelakaan terjadi dalam ruang dan rentan waktu yang relatif sama.
- 5) Memiliki penyebab kecelakaan dengan faktor yang spesifik.

II.5 Jalan

II.5.1 Pengertian 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).

II.5.2 Klasifikasi Jalan

Pengelompokan jalan menurut kelas jalan sebagaimana dimaksud pada pasal 19 UU Nomor 22 Tahun 2009, terdiri atas :

1. Jalan kelas I, yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 milimeter, dan muatan sumbu terberat 10 ton.
2. Jalan kelas II, yaitu jalan arteri, lokal, kolektor dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 ton.
3. Jalan kelas III, jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 milimeter, ukuran paling tinggi 3.500 milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 ton.

4. Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang melebihi 18.000 milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 milimeter, dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 ton.

Sedangkan menurut Alik Ansyori, 2001, pengelompokkan jalan didasarkan pada beberapa parameter yaitu berdasarkan sistem jaringan jalan, fungsi, dan wewenang pembinaan.

1. Berdasarkan Sistem Jaringan Jalan

- a. Sistem Jaringan Jalan Primer

Adalah sistem jaringan jalan yang menghubungkan secara menerus kota jenjang ke satu, kota jenjang ke dua, kota jenjang ke tiga, dan kota-kota di bawahnya sampai ke persil dalam satu satuan wilayah pengembangan.

- b. Sistem Jaringan Jalan Sekunder

Adalah sistem jaringan jalan yang menghubungkan kawasan – kawasan yang memiliki fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga dan seterusnya sampai keperumahan.

2. Berdasarkan fungsinya

- a. Jalan Arteri Primer

Adalah jalan yang menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kedua.

- b. Jalan kolektor primer

Adalah jalan yang menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang kedua atau menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang ketiga.

- c. 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 jenjang ketiga dengan kota dibawahnya, atau kota jenjang ketiga dengan persil atau kota dibawah jenjang ketiga sampai persil.

- d. Jalan arteri sekunder

Adalah jalan yang menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kedua.

- e. Jalan lokal sekunder
Adalah jalan yang menghubungkan antar kawasan sekunder ketiga atau dibawahnya dan kawasan sekunder dengan perumahan.
3. Berdasarkan Wewenang Pembinaan
- a. Jalan Nasional
Adalah jalan arteri primer, jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, dan jalan lain yang mempunyai nilai strategis terhadap kepentingan nasional.
 - b. Jalan Propinsi
adalah jalan kolektor primer yang menghubungkan ibukota propinsi dengan ibukota kabupaten/ kota atau antar ibukota kabupaten/ kotamadya.
 - c. Jalan Kabupaten
Adalah jalan kolektor primer yang tidak termasuk jalan nasional danm jalan propinsi, jalan lokal primer, jalan sekunder dan jalan lain yang tidak termasuk dalam kelompok jalan nasional atau jalan provinsi serta jalan kota.
 - d. Jalan Kota
Adalah jalan sekunder didalam kota. Penetapan status suatu ruas jalan arteri sekunder dan atau ruas jalan kolektor sekunder sebagai jalan kotamadya dilakukan dengan keputusan gubernur atas usulan pemerintah kota yang bersangkutan.
 - e. Jalan khusus
Adalah jalan yang dibangun dan dipelihara oleh instansi/ badan hukum/ perorangan untuk melayani kepentingan masing – masing.
 - f. Jalan tol
Adalah jalan yang dibangun dimana pemilikan dan hak penyelenggaraanya ada pada pemerintah atas usul menteri, presiden menetapkan suatu ruas jalan tol dan haruslah merupakan alternatif lintas jalan yang ada.

II.6 Sistem Informasi Geografis

II.6.1 Pengertian Sistem Informasi Geografis

Definisi Sistem Informasi Geografis (SIG) masih berkembang, bertambah, dan bervariasi. Hal ini terlihat dari banyaknya definisi SIG yang telah beredar di berbagai sumber pustaka. Lebih dari itu, SIG juga merupakan suatu bidang kajian ilmu dan teknologi yang

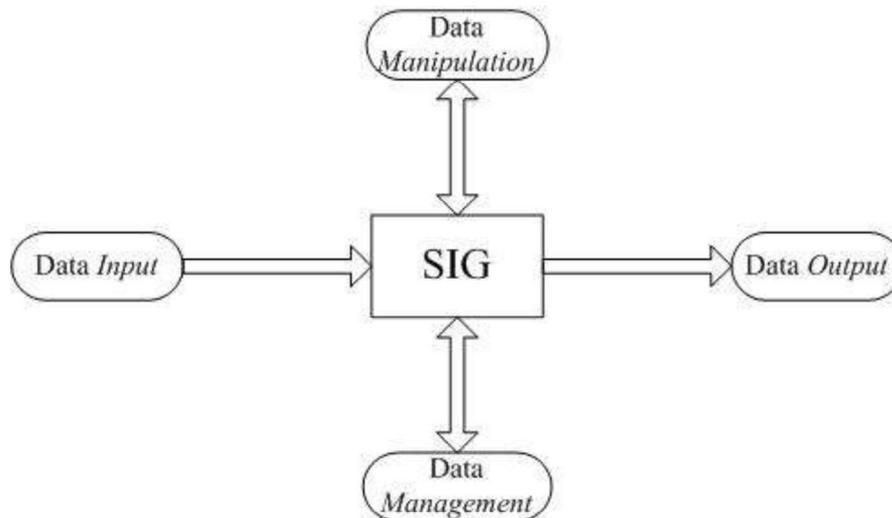
belum terlalu lama dikembangkan, digunakan oleh berbagai bidang atau disiplin ilmu, dan berkembang dengan cepat. Berikut adalah beberapa definisi SIG :

1. Aronoff (1989), mendefinisikan SIG sebagai sistem yang berbasis komputer (CBIS), yang memiliki kemampuan menangani data yang bereferensi geografis yaitu masukan data, manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan data), analisis dan manipulasi data, dan keluaran/hasil.
2. Chrisman (1997), SIG adalah sistem yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data, manusia (*brainware*), organisasi dan lembaga yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, dan menyebarkan informasi-informasi mengenai daerah-daerah di permukaan bumi.
3. Bern (1992), SIG adalah sistem komputer yang digunakan untuk memanipulasi data geografis. Sistem ini diimplementasikan dengan menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak komputer yang berfungsi untuk akuisisi dan verifikasi data, kompilasi data, penyimpanan data, perubahan dan/atau *updating* data, manajemen dan pertukaran data, manipulasi data, pemanggilan dan presentasi data, dan analisa data.
4. ESRI (1990), SIG adalah kumpulan yang terorganisasi dari perangkat keras komputer, perangkat lunak, data geografis, dan personil, yang dirancang secara efisien untuk memperoleh, menyimpan, mengupdate, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan semua bentuk informasi yang bereferensi geografis.

Berdasarkan definisi-definisi di atas dapat disimpulkan bahwa Sistem Informasi Geografis merupakan suatu sistem berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan, mengolah, menganalisis, dan menyebarkan data yang berorientasi geografis.

II.6.2 Subsistem Sistem Informasi Geografis

Berdasarkan uraian tentang definisi dari SIG, maka SIG dapat diuraikan menjadi beberapa subsistem sebagai berikut (Prahasta, 2009):



Gambar II-2 Subsistem SIG

1. *Data Input*

Subsistem ini bertugas untuk mengumpulkan, mempersiapkan, dan menyimpan data spasial dan atributnya dari berbagai sumber. Subsistem ini juga bertanggung jawab dalam mengonversikan atau mentransformasikan format-format data aslinya ke dalam format yang dapat digunakan oleh perangkat SIG.

2. *Data Management*

Subsistem ini mengorganisasikan baik data spasial maupun tabel-tabel atribut terkait ke dalam sebuah sistem basis data sedemikian rupa sehingga mudah dipanggil kembali, dan di-update kembali.

3. *Data Manipulation and Analysis*

Subsistem ini menentukan informasi-informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG. Selain itu juga melakukan manipulasi (evaluasi dan penggunaan fungsi-fungsi dan operator matematis & logika) dan pemodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan

4. *Data Output*

Subsistem ini bertugas untuk menampilkan atau menghasilkan keluaran (termasuk mengekspornya ke format yang dikehendaki) seluruh atau sebagian basis data spasial baik dalam bentuk *softcopy* maupun *hardcopy* seperti halnya tabel, grafik, *report*, peta, dan lain sebagainya.

II.6.3 Komponen Sistem Informasi Geografis

SIG merupakan salah satu sistem yang kompleks dan pada umumnya juga terintegrasi dengan lingkungan sistem komputer lainnya di tingkat fungsional dan jaringan. Jika diuraikan, SIG sebagai suatu sistem terdiri dari beberapa komponen sebagai berikut (Gistut, 1994) :

1. Perangkat keras

Pada saat ini SIG sudah tersedia bagi berbagai *platform* perangkat keras mulai dari *PC Desktop*, *Workstations*, hingga *multi-user host* yang bahkan dapat digunakan oleh banyak orang secara bersamaan dalam jaringan komputer yang luas, tersebar, berkemampuan tinggi, memiliki ruang penyimpanan yang besar, dan mempunyai kapasitas memori yang besar. Walaupun demikian, fungsionalitas SIG tidak terikat secara ketat pada karakteristik-karakteristik fisik perangkat kerasnya sehingga keterbatasan memori pada suatu PC-pun dapat diatasi.

2. Perangkat lunak

Dari sudut pandang yang lain, SIG bisa juga merupakan sistem perangkat lunak yang tersusun secara modular dimana sistem basis datanya memegang peranan kunci. Pada kasus perangkat SIG tertentu, setiap subsistem diimplementasikan dengan menggunakan perangkat lunak yang terdiri dari beberapa modul hingga tidak mengherankan jika ada perangkat SIG yang terdiri dari ratusan modul program yang masing-masing dapat dieksekusi tersendiri

3. Data dan Informasi Geografis

SIG dapat mengumpulkan dan menyimpan data atau informasi yang diperlukan baik secara tidak langsung (dengan meng-*import*-nya dari format-format perangkat lunak SIG yang lain) maupun secara langsung dengan cara melakukan digitasi data spasialnya (digitasi *on screen* diatas tampilan layar monitor, atau manual dengan menggunakan *digitizer*) dari peta analog dan kemudian memasukkan data atributnya dari tabel-tabel menggunakan *keyboard*.

4. Manajemen

Suatu proyek SIG akan berhasil jika dikelola dengan baik dan dikerjakan oleh orang-orang yang memiliki keahlian (kesesuaian dengan *job-description* yang bersangkutan) yang tepat pada semua tingkatan.

II.7 Cluster Analysis

II.7.1 Pengertian Clustering

Clustering atau klasterisasi adalah suatu teknik atau metode untuk mengelompokkan data. 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.

Clustering merupakan proses partisi satu set objek data ke dalam himpunan bagian yang disebut *cluster*. Objek yang ada di dalam cluster memiliki kemiripan karakteristik satu sama lain dan berbeda dengan *cluster* lain. Proses partisi ini tidak dilakukan secara manual melainkan menggunakan suatu algoritma *clustering*.

II.7.2 Syarat Clustering

Menurut Han, Pei, dan Kamber (2011), syarat sekaligus tantangan yang harus dipenuhi oleh suatu algoritma *clustering* adalah :

1. Skalabilitas

Suatu metode *clustering* harus mampu menangani data dalam jumlah yang besar. Saat ini data dalam jumlah besar sangat umum digunakan dalam berbagai bidang, data tersebut disusun menjadi suatu *database*. Suatu *database* dengan ukuran besar bisa berisi lebih dari jutaan objek.

2. Kemampuan analisis beragam bentuk data

Algoritma klasterisasi harus mampu diimplementasikan pada berbagai macam bentuk data seperti data nominal, ordinal, maupun gabungannya.

3. Menemukan *cluster* dengan bentuk tak terduga

Banyak algoritma *clustering* yang menggunakan metode *Euclidean* atau *Manhattan* yang hasilnya berbentuk bulat, padahal hasil *clustering* dapat berbentuk aneh dan tidak sama antara satu dengan yang lain. Karena itu dibutuhkan kemampuan untuk menganalisa *cluster* dengan bentuk apapun pada suatu algoritma *clustering*.

4. Kemampuan mengatasi *noise*

Data tidak selalu dalam keadaan baik. Ada kalanya terdapat data yang rusak, tidak dimengerti atau hilang. Karena sistem inilah, suatu algoritma *clustering* dituntut untuk mampu menangani data yang rusak tersebut.

5. Sensitifitas terhadap perubahan *input*

Perubahan atau penambahan data pada *input* dapat menyebabkan terjadinya perubahan pada *cluster* yang telah ada, bahkan bisa menyebabkan perubahan yang mencolok apabila menggunakan algoritma *clustering* yang memiliki tingkat sensitivitas rendah.

6. Mampu melakukan *clustering* untuk data dimensi tinggi

Suatu kelompok data dapat berisi banyak dimensi ataupun atribut. Untuk itu diperlukan algoritma *clustering* yang mampu menangani data dengan jumlah dimensi yang tidak sedikit.

7. Interpretasi dan kegunaan

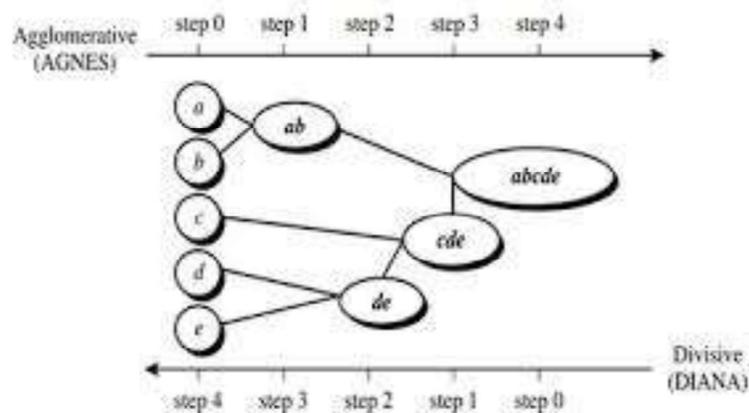
Hasil yang didapatkan dari *clustering* harus dapat diimplementasikan dan berguna.

II.7.3 Metode Clustering

Metode *Clustering* secara umum dapat dibagi menjadi dua yaitu *Hierarchical Clustering* dan *Partitional Clustering* (Han dkk, 2011). Sebagai tambahan, terdapat pula metode *Density-based* dan *Grid-based* yang juga sering diterapkan dalam *clustering*.

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*, *Average Group Linkage*.



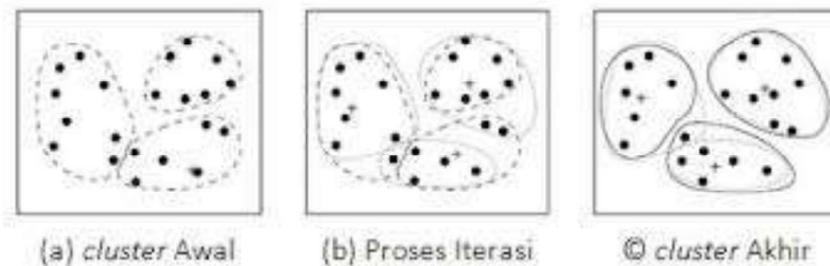
Gambar II-3 *Hierarchical Clustering* (Han dkk, 2011)

Langkah melakukan *Hierarchical Clustering* :

- 1) Identifikasi *item* dengan jarak terdekat
- 2) Gabungkan *item* tersebut kedalam satu *cluster*
- 3) Hitung jarak antar *cluster*
- 4) Ulangi sampai semua *item* terhubung

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 II-4 Proses *K-Means Clustering* (Han dkk, 2011)

II.8 Algoritma *K-Means Clustering*

Metode *K-Means* merupakan metode *clustering* yang paling sederhana karena *K-Means* 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*. Algoritma *K-Means* dalam penerapannya memerlukan tiga parameter yang seluruhnya ditentukan pengguna yaitu jumlah *cluster* K , inialisasi *cluster*, dan jarak (Jain, 2010).

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*. Pusat-pusat *cluster* diberi nilai awal dengan angka-angka *random* dari objek data
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) :

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

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.
5. 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.9 Algoritma *Fuzzy C-Means*

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 bukan merupakan *fuzzy inferencesystem*, namun merupakan deretan pusat *cluster* dan beberapa derajat keanggotaan untuk tiap-tiap titik data. Informasi ini dapat digunakan untuk membangun suatu *fuzzy inference system* (Sari, 2014).

Langkah-langkah melakukan *clustering* dengan metode *Fuzzy C-Means* adalah sebagai berikut :

1. Masukkan data yang akan dikelompokkan, berupa matriks berukuran $n \times m$.
2. Tentukan
 - a. Jumlah klaster = c
 - b. Pangkat = w
 - c. Maksimum iterasi = *Max lter*
 - d. *Error* terkecil = ε
 - e. Fungsi objektif awal = $Po = 0$
 - f. Iterasi awal = $t = 1$
3. Bangkitkan bilangan acak (μ_{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 :

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

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

Hitung :

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

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,

$$Pt = \sum_{t=1}^n \sum_{k=1}^c \left(\left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right] (\mu_{ik})^w \right) \dots\dots\dots(5)$$

6. Hitung perubahan matriks partisi :

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

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

7. Cek kondisi berhenti

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

Output yang dihasilkan dari FCM merupakan deretan pusat *cluster* dan beberapa derajat keanggotaan untuk tiap data

II.10 Metode Kartometrik

Dalam Sistem Informasi Geografis, data merupakan subsistem yang sangat vital dan menentukan proses pengolahan. Beberapa data yang digunakan dalam SIG yaitu :

1. Data Spasial, adalah data yang berkaitan dengan istilah keruangan dan merepresentasikan posisi.
2. Data Atribut, adalah deskripsi dari data spasial. Dalam data atribut terdapat 2 jenis data yaitu data kuantitatif yang berkaitan dengan angka, dan data kualitatif yang berupa penafsiran subjektif.

Data kejadian kecelakaan lalu lintas yang terkumpul merupakan jenis data kualitatif, untuk mendapatkan data dalam bentuk kuantitatif salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan metode kartometrik. Metode kartometrik diawali dengan penarikan garis batas diatas peta kerja, melakukan identifikasi posisi titik, dan melakukan perhitungan untuk mendapatkan koordinat posisi titik. Sebagai contoh dalam penelitian ini, data koordinat lokasi kecelakaan lalu lintas didapatkan dari deskripsi lokasi kecelakaan lalu lintas yang kemudian diidentifikasi posisinya pada peta kerja.

Peta yang digunakan dalam menentukan koordinat lokasi kejadian kecelakaan adalah citra Google Earth. (Wikipedia, 2018) Google Earth merupakan sebuah program *globe*

virtual yang sebenarnya disebut *Earth Viewer* dan dibuat oleh Keyhole, Inc.. Program ini memetakan bumi dari superimposisi gambar yang dikumpulkan dari pemetaan satelit, fotografi udara dan globe GIS 3D. Spesifikasi dari Google Earth diantaranya :

1. Sistem dan Proyeksi Koordinat

- a. Sistem koordinat internal Google Earth merupakan koordinat geografi dalam bentuk tunggal Sistem Geodetik Dunia tahun 1984 (WGS84).
- b. Google Earth menampilkan dunia seperti dilihat dari pesawat atau satelit yang mengorbit. Proyeksi ini digunakan untuk memperoleh efek yang disebut Perspektif Umum. Ini mirip dengan proyeksi Ortografi, kecuali titik perspektifnya merupakan jarak terbatas (dekat bumi) daripada jarak tidak terbatas (luar angkasa).

2. Resolusi dasar

- a. Amerika Serikat: 15 m (beberapa negara bagian 1 m atau lebih baik)
- b. Andorra, Belanda, Britania Raya, Denmark, Jerman, Liechtenstein, Luksemburg, San Marino, Swiss, Vatikan: 1 m atau lebih baik
- c. Seluruh dunia: Umumnya 15 m (beberapa area, seperti Antartika, resolusinya sangat rendah), tetapi ini tergantung pada kualitas satelit/fotografi udara yang diunggah.

3. Resolusi tinggi

- a. Amerika Serikat : 1 m, 0.6 m, 0.3 m, 0.15 m (sangat jarang, contohnya Cambridge dan Google Campus, atau Glendale)
- b. Eropa : 0.3 m, 0.15 m (contohnya Berlin, Hamburg, Zürich)

4. Resolusi ketinggian

- a. Permukaan : bervariasi menurut negara
- b. Dasar laut : Tidak tersedia

5. Umur : Bervariasi

DAFTAR PUSTAKA

- _____, *Understanding GIS : The ArcInfo Method*. Redlands. CA: Enviromental System Research Institute
- 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
- Bernhardsen, T. 1992. *Geographic Information System*. VIAK IT and Norwegian Mapping Authority
- Chrisman, Nicholas. *Exploring Geographic Information System*. New York : John Wiley & Sons, Inc.
- Dendy, Wicaksono dan Fathurochman, Rizky Akbar. 2014. *Analisis Kecelakaan Lalu Lintas (Studi Kasus: Jalan Raya Ungaran-Bawen)*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro
- Dinas Bina Marga. 2017. Sistem Informasi Jalan Kota Semarang
- Dinas Perhubungan dan Lalu Lintas Angkutan Jalan. 2017. *Pengertian Kecelakaan Lalu Lintas*
- Han, J., Pei, J., & Kamber, M. 2011. *Data mining: concepts and techniques*. Elsevier.
- Hermawati, F. A. 2013. *Data Mining (1 ed)*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Jain, A. K. 2010. *Data clustering: 50 years beyond K-means*. Pattern recognition letters, 31(8), 651-666.
- KORLANTAS POLRI. 2018. <http://www.korlantasirsms.info/graph/accidentData>. Diakses pada 25 Februari 2018
- Oglesby dan Hick. 1999. *Perencanaan Transportasi dan Menejemen Transportasi*, Jakarta : Bumu Media.
- Ong, J. O. 2013. *Algoritma Clustering Untuk Menentukan Strategi Marketing Pada President University*. Jurnal Ilmiah Teknik Industri, Vol. 12, No. 1
- Prahasta, Eddy. 2009. *Sistem Informasi Geografis Konsep-konsep Dasar (Perspektif Geodesi & Geomatika)*. Bandung : informatika

- 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
- Sumarsono. 1996. *Perencanaan Lalu Lintas*. Yogyakarta : UGM
- Tan, Pang-Ning, et al. 2006. *Introduction to data mining*. Boston: Pearson Addison Wesley
- Undang-undang No 22 tahun 2009 tentang kecelakaan lalu lintas
- Wedasana A. S.. 2011. Dalam Tesis yang berjudul : *Analisis Daerah Rawan Kecelakaan dan Penyusunan Database Berbasis Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus Kota Denpasar)*. Denpasar : Universitas Udayana.
- WHO. 1984. *Road traffic accidents in developing countries: report of a WHO meeting, World Health Organization (WHO)*. Geneva, Switzerland

Pustaka dari Situs Internet :

- Harian Analisa. 2016. <http://entertainment.analisadaily.com/read/who-angka-kecelakaan-lalu-lintas-di-indonesia-tertinggi-se-asia/240063/2016/05/29>. Diakses pada 25 Februari 2018
- https://id.wikipedia.org/wiki/Google_Earth Diakses pada 3 juni 2018
- <https://www.sistemphp.com/data-sistem-informasi-geografis/>. Diakses pada 3 juni 2018