

## BAB II

### TINJAUAN TEORI

#### 2.1 Transportasi

##### 2.1.1 Definisi Transportasi

Transportasi dapat diartikan sebagai usaha memindahkan, menggerakkan, mengangkut, atau mengalihkan suatu objek dari suatu tempat ke tempat lain, dimana di tempat lain ini objek tersebut lebih bermanfaat atau dapat berguna untuk tujuan-tujuan tertentu. Transportasi juga merupakan sebuah proses, yakni proses pindah, proses gerak, proses mengangkut dan mengalihkan dimana proses ini tidak dapat dilepaskan dari keperluan akan alat pendukung untuk menjamin lancarnya proses perpindahan sesuai dengan waktu yang diinginkan. Standar kuantitas dan kualitas alat pendukung yaitu aman, cepat, lancar, nyaman, ekonomis, dan terjamin (Miro, 2005:4).

##### 2.1.2 Tujuan Perencanaan Transportasi

Beban transportasi semakin bertambah seiring dengan adanya penambahan jumlah penduduk, urbanisasi, produksi barang-barang ekonomi, pendapatan/kesejahteraan, perkembangan wilayah, pertumbuhan pusat-pusat kegiatan, serta keinginan untuk melakukan perjalanan. Pertambahan beban tersebut dengan sendirinya menuntut pertambahan alat pendukung berupa sarana transportasi (Miro, 2005:6).

Pertambahan beban transportasi akan menimbulkan akibat berantai yang kompleks diantaranya yaitu kemacetan, tundaan, kecelakaan, kesemrawutan lalu lintas, sulitnya suatu kawasan berkembang, serta tingginya biaya ekonomi yang terjadi. Dengan demikian, tujuan perencanaan transportasi adalah sebagai berikut (Miro. 2004:7):

1. Mencegah masalah yang tidak diinginkan yang diduga akan terjadi pada masa yang akan datang (tindakan preventif).
2. Mencari jalan keluar untuk berbagai masalah yang ada (*problem solving*).
3. Melayani kebutuhan transportasi (*demand of transport*) seoptimum dan seimbang mungkin.

4. Mempersiapkan tindakan/kebijakan untuk tanggap pada keadaan di masa depan
5. Mengoptimalkan penggunaan dukung (sumber daya) yang ada juga mencakup penggunaan dana yang terbatas seoptimal mungkin, demi mencapai tujuan atau rencana yang maksimal (daya guna dan hasil guna yang tinggi)

## 2.2 Model

Pendekatan kuantitatif dibutuhkan untuk mendapatkan penjelasan atau gambaran yang jelas serta terukur mengenai kaitan antara sistem tata guna lahan (kegiatan), sistem prasarana transportasi (jaringan), dan sistem arus lalu lintas (pergerakan). Pendekatan secara sistem tersebut dikenal dengan pemodelan sistem. Model adalah alat bantu atau media yang dapat digunakan untuk mencerminkan dan menyederhanakan suatu realita secara terukur. Beberapa bentuk dalam pemodelan adalah model fisik, model peta dan diagram, serta model matematik dan statistik (Tamin, 2000:82).

Dalam proses perencanaan transportasi, salah satu langkah yang harus dilalui adalah menganalisis setiap data dan informasi yang relevan sebagai landasan untuk memprediksikan apa yang akan terjadi di masa yang akan datang. Data dan informasi tersebut dapat berupa data sekunder maupun data primer. Data yang akan diolah untuk prakiraan perlu disederhanakan dan diringkas seoptimal mungkin tanpa menyimpang dari maksud, tujuan, dan substansi dari data dan informasi terkait. Aktivitas meringkas dan menyederhanakan kondisi nyata dapat juga disebut pemodelan (Miro, 2005:33).

Model berupa bentuk yang berfungsi sebagai media atau alat penyampai pesan tentang apa yang terjadi di dunia nyata dan dapat mewakili dunia nyata secara keseluruhan sehingga memudahkan pemahaman bagi orang yang ingin mengamatinya. Setiap model yang telah dibentuk dalam wujud rancangan dan pernyataan lisan sebelum digunakan untuk menganalisis informasi dan data, harus terlebih dahulu diperhitungkan kembali dengan kejadian di dunia nyata yang cepat berubah melalui cara pengujian, apakah sudah sesuai dengan kondisi nyata yang diamati dengan model tersebut (Miro, 2005:33).

Proses pengujian model dapat disebut dengan validasi model atau uji keabsahan model. Hal ini dilakukan melalui proses kalibrasi dengan metode-metode statistik. Jika penyimpangan dari model terhadap kondisi nyata tidak jauh, maka model tersebut dapat dipakai untuk analisis data dan modelnya dapat dikatakan valid (Miro, 2005:34).

Dalam bidang transportasi, model berperan sebagai (Miro, 2005:40):

1. Sebagai alat bantu untuk memahami cara kerja sistem
2. Untuk memudahkan dan memungkinkan dilakukannya perkiraan terhadap hasil-hasil atau akibat-akibat dari langkah atau alternatif yang diambil
3. Untuk memudahkan dalam proses penggambaran dan analisis keadaan nyata.

### **2.3 Variabel Kecelakaan Lalu Lintas**

Pedoman utama mengangkut orang dan atau barang adalah sampai di tempat tujuan dengan selamat, tepat waktu, dan tepat tujuan. Untuk itu dibuat berbagai peraturan perundangan untuk menjamin keselamatan angkutan. Kecelakaan lalu lintas pada umumnya terjadi karena beberapa faktor yaitu pelanggaran atau sikap tidak hati-hati dari pengguna jalan, kondisi jalan, kondisi kendaraan, cuaca, serta pandangan yang terhalang. Penyebab kecelakaan lalu lintas dapat dikelompokkan dalam empat unsur utama, yaitu manusia, kendaraan, jalan, dan lingkungan (Warpani, 2002:108).

#### **2.3.1 Manusia**

##### **A. Jumlah Pengguna Kendaraan**

Hampir semua kecelakaan lalu lintas yang melibatkan kendaraan, penyebab utamanya adalah pengemudi. Menurut Peraturan Pemerintah No.44 Tahun 2003 tentang Kendaraan dan Pengemudi, pengemudi adalah orang yang mengemudikan kendaraan bermotor atau orang yang secara langsung mengawasi calon pengemudi yang sedang belajar mengemudikan kendaraan bermotor.

Pada umumnya kesalahan yang dilakukan oleh pengemudi yang dilakukan adalah lengah, mengantuk, kurang terampil, lelah, tidak menjaga jarak, dan melaju terlalu cepat. Data yang dihimpun oleh Jasa Marga dalam setiap kecelakaan di jalan raya menunjukkan hal yang sama, bahwa faktor utama terjadinya kecelakaan

adalah pengemudi. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1 (Warpani, 2002:109).

**Tabel 2.1 Faktor penyebab kecelakaan lalu lintas di jalan**

<b>FAKTOR PENYEBAB</b>	<b>URAIAN</b>	<b>%</b>
Pengguna jalan	Lengah, mengantuk, tidak terampil, lelah, mabuk, kecepatan tinggi, tidak menjaga jarak, kesalahan pejalan, gangguan binatang	93,52
Kendaraan	Ban pecah, kerusakan sistem rem, kerusakan kemudi, as/kopel lepas, sistem lampu tidak berfungsi	2,76
Jalan	Persimpangan, jalan sempit, akses yang tidak dikontrol/dikendalikan, marka jalan kurang/tidak jelas, tidak ada rambu batas kecepatan, permukaan jalan licin	3,23
Lingkungan	Lalu lintas campuran antara kendaraan cepat dengan kendaraan lambat, interaksi/campur antara kendaraan dengan pejalan, pengawasan dan penegakan hukum belum efektif, pelayanan gawat darurat yang kurang cepat. Cuaca: gelap, hujan, kabut, asap	0,49

*Sumber: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, Departemen Perhubungan*

### **B. Surat Ijin Mengemudi (SIM) yang Dikeluarkan**

Terjadinya kecelakaan lalu lintas di jalan juga dipengaruhi oleh faktor kepemilikan Surat Ijin Mengemudi (SIM). Pada Pasal 217 PP No. 44 tahun 1993 tentang Kendaraan dan Pengemudi memuat tentang ketentuan batas usia minimal pengemudi kendaraan bermotor, yaitu (Warpani, 2002:110):

1. 16 tahun, **SIM-D** untuk mengemudikan sepeda motor yang dirancang dengan kecepatan tak lebih dari 40 Km per jam; dan **SIM-C** untuk mengemudikan sepeda motor yang dirancang mampu mencapai kecepatan lebih dari 40 Km per jam;
2. 17 tahun, **SIM-A** untuk mengemudikan mobil penumpang, mobil bus dan mobil barang yang mempunyai jumlah berat yang diperbolehkan tidak lebih dari 3.500 Kg;
3. 20 tahun, **SIM-B.I** untuk mengemudikan mobil bus dan mobil barang yang mempunyai jumlah berat yang diperbolehkan lebih dari 3.500 Kg, dan **SIM-B.II** untuk mengemudikan traktor atau kendaraan bermotor dengan menarik kereta tempelan atau gandengan dengan berat yang diperbolehkan untuk kereta tempelan atau kereta gandengan lebih dari 1.000 Kg. Bagi pemohon SIM B.I harus memiliki SIM golongan A sekurang-kurangnya 12 bulan, dan bagi pemohon SIM B.II harus telah memiliki SIM golongan B.I sekurang-kurangnya 12 bulan.

### 2.3.2 Kendaraan

Faktor kendaraan terbagi menjadi 2 variabel, yaitu jumlah kendaraan yang telah diuji ulang dan jumlah kendaraan bermotor.

#### A. Jumlah Kendaraan Bermotor

Kendaraan tercatat menjadi penyebab kecelakaan lalu lintas yang berakibat parah. Menurut Peraturan Pemerintah No.44 Tahun 2003 tentang Kendaraan dan Pengemudi, kendaraan bermotor adalah kendaraan yang digerakkan oleh peralatan teknik yang berada pada kendaraan itu. Keterlibatan sepeda motor dalam peristiwa kecelakaan lalu lintas menduduki angka tertinggi. Karena kelincahan gerakannya, sepeda motor mudah menyalip kendaraan lain dalam kemacetan lalu lintas. Meskipun demikian, penyebab utamanya bukan karena kelincahan gerak kendaraan, melainkan kembali kepada kesalahan manusia itu sendiri. Namun demikian, jumlah sepeda motor yang tinggi merupakan salah satu faktor penyebab tingginya angka kecelakaan lalu lintas (Warpani, 2002:112).

#### A. Jumlah Kendaraan yang Telah Diuji Ulang

Kondisi kendaraan yang dapat mengakibatkan terjadinya kecelakaan lalu lintas adalah ban pecah, kerusakan sistem rem, kerusakan kemudi, as/kopel lepas, dan sistem lampu kendaraan yang tidak berfungsi. Kecelakaan lalu lintas yang disebabkan oleh kerusakan rem sering terjadi, selain itu kelengkapan kendaraan berupa lampu isyarat yang sudah tidak berfungsi maupun daya sorot yang ditingkatkan juga menjadi faktor penyebab terjadinya kecelakaan. Oleh sebab itu, usia kendaraan merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas (Warpani, 2002:111).

### 2.3.3 Jalan

Ruas jalan dinyatakan dengan dua buah nomor simpul di tiap ujungnya. Beberapa ciri ruas jalan perlu diketahui, seperti panjang, kecepatan, jumlah lajur, tipe gangguan samping, kapasitas, dan hubungan kecepatan-arus di ruas jalan tersebut. Setiap ruas jalan harus dilengkapi dengan beberapa atribut ruas yang menyatakan perilaku, ciri, dan kemampuan ruas jalan dalam mengalirkan arus lalu lintas. Beberapa atribut tersebut adalah panjang ruas, kecepatan ruas, dan kapasitas ruas yang dinyatakan dalam Satuan Mobil Penumpang (Tamin, 2000: 93-95).

Menurut aturan yang berlaku di Indonesia adalah UU No. 38 Tahun 2004 tentang jalan dengan rancangan UU jalan yang baru adalah sama dimana jalan terbagi menurut fungsinya, yaitu:

- a. Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.
- b. Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- c. Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
- d. Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

Berdasarkan fungsinya tersebut, jalan diklasifikasikan menjadi delapan jenis. Klasifikasi tersebut ditunjukkan pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2 Klasifikasi Dan Fungsi Jalan**

No.	Peran Jalan	Fungsi	Kecepatan Minimum	Lebar Badan Jalan Minimum
1	Jalan arteri primer	Menghubungkan secara berdaya guna antarpusat kegiatan nasional atau antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah.	60 km/jam	8 m
2	Jalan kolektor primer	Menghubungkan secara berdaya guna antarpusat kegiatan wilayah atau antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal.	40 km/jam	7 m
3	Jalan lokal primer	Menghubungkan secara berdaya guna pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lingkungan, pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lingkungan, antarpusat kegiatan lokal, atau pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan, serta antarpusat kegiatan lingkungan.	20 km/jam	6 m
4	Jalan lingkungan primer	Menghubungkan antarpusat kegiatan di dalam kawasan perdesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan perdesaan	-	-
5	Jalan arteri sekunder	Menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu, kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kesatu, atau kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua.	30 km/jam	8 m

No.	Peran Jalan	Fungsi	Kecepatan Minimum	Lebar Badan Jalan Minimum
6	Jalan kolektor sekunder	Menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga.	20 km/jam	7 m
7	Jalan lokal sekunder	Menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan	10 km/jam	5 m
8	Jalan lingkungan sekunder	Menghubungkan antarpersil dalam kawasan perkotaan.	-	-

Sumber: Peraturan Pemerintah No. 34 Tahun 2006 tentang Jalan

### A. Volume Jalan

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) pada tahun 2007, volume adalah jumlah kendaraan-kendaraan yang melalui satu titik yang tetap pada jalan dalam satuan waktu, dihitung dalam kendaraan/hari atau kendaraan/jam. Volume dapat dihitung pada periode-periode waktu yang lain, tetapi periode pencacahannya harus cukup panjang untuk menjamin bahwa variasi-variasi yang pendek tidak sampai mempengaruhi angka rata-rata.

$$Q = \frac{n}{t} \quad \text{dengan } Q = \text{Volume lalu lintas}$$

$n$  = Jumlah kendaraan

$t$  = Waktu

### B. Kapasitas Jalan

Di dalam pengendalian arus lalu lintas, salah satu aspek yang penting adalah kapasitas jalan serta hubungannya dengan kecepatan dan kepadatan lalu lintas. Kapasitas jalan adalah volume kendaraan maksimum yang dapat melewati jalan per satuan waktu dalam kondisi tertentu. Besarnya kapasitas jalan tergantung khususnya pada lebar jalan dan gangguan terhadap arus lalu lintas yang melalui jalan tersebut (MKJI, 2007).

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FMC \times FSF$$

$C$  = Kapasitas (skr/jam)

$C_o$  = Kapasitas dasar

$FC_w$  = Faktor penyesuaian lebar jalan

$FC_{SP}$  = Faktor penyesuaian arah lalu lintas

$FMC$  = Faktor lalau lintas sepeda motor

$FCSF$  = Faktor penyesuaian gesekan samping

### C. Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat pelayanan jalan merupakan kondisi gabungan dengan ditunjukkan dari hubungan antara  $V/C$ . *Highway Capacity Manual* membagi tingkat pelayanan jalan atas 6 keadaan yaitu seperti pada tabel 2.3 berikut:

**Tabel 2.3 Karakteristik-Karakteristik Tingkat Pelayanan**

Tingkat Pelayanan	Keterangan	Nilai
A	Kondisi arus bebas dengan kecepatan tinggi dan volume lalu lintas rendah. Pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkannya tanpa hambatan	0,00-0,19
B	Dalam zone arus stabil. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatannya	0,20-0,44
C	Dalam zone arus stabil pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatannya	0,45-0,74
D	Mendekati arus tidak stabil dimana hampir seluruh pengemudi akan dibatasi Volume pelayanan berkaitan dengan kapasitas yang dapat ditolerir (diterima)	0,75-0,84
E	Volume lalu lintas mendekati atau berada pada kapasitasnya. Arus adalah tidak stabil dengan kondisi yang sering berhenti	0,85-1,0
F	Arus yang dipaksakan atau macet pada kecepatan-kecepatan yang rendah. Antrian yang panjang dan terjadi hambatan-hambatan yang besar.	Lebih besar dari 1,0

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 14 Tahun 2006 tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan, tingkat pelayanan yang diinginkan pada ruas sesuai fungsinya, adalah:

- jalan arteri primer, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya B
- jalan arteri sekunder, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya C
- jalan kolektor primer, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya B
- jalan kolektor sekunder, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya C
- jalan lokal primer, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya C
- jalan lokal sekunder, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya D
- jalan tol, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya B
- jalan lingkungan, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya D

### D. Panjang Jalan

Penyebab utama besarnya angka kecelakaan adalah faktor manusia, baik karena kelalaian keteledoran, kelengahan para pengemudi, atau sengaja maupun tidak sengaja tidak menghiraukan sopan santun dan peraturan berlalu lintas di



jalan umum. Faktor penyebab terjadinya kecelakaan yang dilakukan oleh pengemudi adalah karena kelelahan, kurang hati-hatian, dan kejemuhan (Warpani, 2002:106). Hal tersebut tidak lepas dari pengaruh kondisi jalan yang ada. Semakin jauh jarak tempuh yang dilalui, maka kemungkinan terjadinya faktor-faktor penyebab kecelakaan tersebut semakin besar. Dengan demikian, panjang jalan dapat dijadikan salah satu variabel penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas.

#### **E. Kecepatan Lalu Lintas**

Kondisi jalan dapat pula menjadi salah satu sebab terjadinya kecelakaan lalu lintas. Jalan lebar, di satu sisi memberi kenyamanan bagi lalu lintas kendaraan, namun di sisi lain dapat menjadi ancaman keselamatan karena kecepatan kendaraan yang tidak terkendali. Lalu lintas yang bercampur baur sebagai akibat dari rancangan jalan yang tidak memenuhi syarat, manajemen lalu lintas yang tidak tepat, ketiadaan atau kekurangan fasilitas selain menghambat kelancaran arus lalu lintas dapat pula menjadi penyebab terjadinya kecelakaan. Selain itu, kelancaran arus lalu lintas juga dapat terganggu karena kecepatan arus lalu lintas (Warpani, 2002:116).

#### **F. Persimpangan**

Persimpangan jalan adalah sumber konflik lalu lintas. Menurut Peraturan Pemerintah No.43 Tahun 2003 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan, persimpangan adalah pertemuan atau percabangan jalan, baik sebidang maupun yang tidak sebidang. Satu perempatan jalan sebidang menghasilkan 16 titik konflik. Salah satu upaya untuk meniadakan titik konflik adalah dengan memasang lampu lalu lintas yang dapat mengatur giliran gerak kendaraan (Warpani, 2002:86).

#### **2.3.4 Lingkungan**

Cuaca buruk menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas. Dalam cuaca buruk, misalnya hujan lebat atau berkabut andangan pengemudi sangat terbatas sehingga sangat mudah terjadi kesalahanantisipasi. Di samping itu, kondisi jalan juga dapat menjadi licin. Hal ini yang menyebabkan faktor lingkungan sangat mempengaruhi keselamatan lalu lintas (Warpani, 2002:116).

## 2.4 GeoDa

GeoDa berfungsi untuk menggabungkan peta dengan grafik statistik. Hal ini diarahkan untuk analisis data geospasial yang berlainan, yaitu objek yang ditandai dengan lokasi mereka dalam ruang baik sebagai titik koordinat atau poligon. Versi GeoDa saat ini menggunakan file ESRI sebagai bentuk standar untuk menyimpan informasi data spasial. Program ini memiliki fungsi untuk membaca dan menulis file tersebut, serta mengkonversi input teks ASCII untuk titik koordinat atau batas koordinat ke dalam format shapefile (Anselin, Syabri, dan Kho, 2006:8).

Secara garis besar, fungsi tersebut dapat diklasifikasikan ke dalam enam kategori (Anselin, Syabri, dan Kho, 2006:8):

1. Data spasial manipulasi dan utilitas: data masukan, keluaran, dan konversi,
2. Transformasi data: variabel transformasi dan penciptaan variabel baru,
3. Pemetaan: peta, cartogram dan animasi peta,
4. Grafik statistik,
5. Autokorelasi spasial: statistik autokorelasi spasial global dan lokal, dengan kesimpulan dan visualisasi,
6. Spasial regresi: diagnostik dan estimasi maksimum dari model regresi linier spasial.

Sebagian besar dari antarmuka grafis menerapkan lima kelas dasar windows: histogram, *box plot*, *scatter plot*, peta, dan grid (untuk pemilihan tabel dan perhitungan). Untuk lebih jelasnya, keseluruhan fungsi GeoDa dapat dilihat pada Tabel 2.4.

**Tabel 2.4 Fungsi GeoDa**

Kategori	Fungsi
Data Spasial	input data dari shapefile (garis, titik dan poligon) input data dari teks data keluaran ke teks (data atau shapefile) membuat gabungan shapefile poligon dari input teks poligon thiesen
Transformasi Data	variabel transformasi (log, exp, dll) query, variabel dummy variabel aljabar (penambahan, perkalian, dll) pembuatan variabel <i>spatial lag</i> penggabungan data tabel

Kategori	Fungsi
Pemetaan	peta standar deviasi peta persentil peta kondisional animasi peta
EDA	histogram box plot scatter plot koordinat plot parallel scatter plot 3 dimensi
Autokorelasi spasial	pembuatan bobot spasial ( <i>rook, queen, distance, k-nearest</i> ) bobot spasial dengan tingkatan lebih tinggi karakteristik bobot spasial (histogram tidak bersambung)
Regresi Spasial	OLS dengan diagnostik model spasial lag dengan kemungkinan maksimum model spasial error dengan kemungkinan maksimum peta prediksi nilai peta residu

Sumber : Anselin, Syabri, dan Kho, 2006

#### 2.4.1 EDA (Exploratory Data Analysis)

Analisis eksplorasi data dilakukan untuk mengetahui karakteristik variabel yang digunakan dalam persamaan. Analisis eksplorasi data juga dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik antara 2 variabel yang berhubungan yang digunakan dalam persamaan. Analisis data eksplorasi (EDA) diimplementasikan dalam GeoDa dengan menyatukan antar grafik statistik termasuk histogram, *box plot*, dan *scatter plot* (Anselin, Syabri, dan Kho, 2006:12). Analisis ini juga dapat mengidentifikasi hubungan antar variabel dengan menggunakan analisis *parallel coordinate plot* dan *conditional plot*.

##### A. Histogram

Analisis histogram berfungsi untuk melakukan pendekatan yang berbeda terhadap kepadatan dari variabel yang beragam dan menggambarkan distribusi dari suatu variabel. Histogram juga dapat dihubungkan dengan peta untuk melihat sebaran data pada histogram di dalam peta (Anselin, 2005:43-46).

##### B. Box Plot

Analisis *box plot* dalam analisis eksplorasi data menunjukkan median, kuartil pertama dan kuartil ketiga, serta mengidentifikasi adanya *outlier* dari keseluruhan distribusi data yang ada. Sebuah observasi dapat diklasifikasikan

menjadi *outlier* ketika nilai variabel tersebut sangat ekstrim (memiliki perbedaan nilai antara 25% hingga 75% dari jarak antar kuartil). *Outlier* dapat dikeluarkan untuk mendapatkan hasil pemodelan yang lebih baik karena data variabel pada wilayah yang menjadi outlier akan dihilangkan dan tidak ikut sertakan dalam pemodelan (Anselin, 2005:49). Menurut Anselin (2005:81), analisis ini merupakan analisis lanjutan dari peta kuartil yang menampilkan *outlier* dari kuartil pertama dan kuartil keempat. Dalam menginterpretasikan hasil analisis *box plot*, dapat dibantu dengan melihat sebaran data yang dianalisis dalam peta dengan menggunakan *box map*.

### C. Scatter Plot

Analisis *scatter plot* dalam Geoda memiliki dua fungsi. Fungsi pertama yaitu menunjukkan korelasi antara dua variabel yang dianalisis melalui garis regresi. Fungsi kedua analisis ini adalah menunjukkan *outlier* dengan cara mengurutkan kembali data variabel yang digunakan ke dalam satuan standar deviasi (Anselin, 2005:55).

#### 2.4.2 Analisis Regresi

Analisis regresi yang dapat dilakukan melalui perangkat lunak Geoda secara garis besar terdiri dari 2 jenis, yaitu analisis regresi linier sederhana dan analisis regresi spasial.

##### A. Regresi Linier Sederhana - *Ordinary Least Square Estimation (OLS)*

Analisis regresi linier sederhana bertujuan untuk mendapatkan hubungan lineier sederhana antara variabel terikat dengan variabel bebas (Anselin,2000). Analisis regresi linear sederhana adalah metode statistik yang dapat digunakan untuk mempelajari hubungan antar sifat permasalahan yang sedang diselidiki. Model analisis regresi linear dapat memodelkan hubungan antara dua peubah atau lebih. Pada model ini terdapat peubah tidak bebas ( $y$ ) yang mempunyai hubungan fungsional dengan satu atau lebih peubah bebas ( $x_i$ ) (Tamin, 2000:117).

Analisis ini hanya menghubungkan variabel terikat dengan satu buah variabel bebas yang mempengaruhi naik turunnya variabel terikat yang diamati dengan asumsi studi. Variabel-variabel lainnya tidak mempengaruhi perubahan pada variabel terikat atau tidak dimasukkan ke dalam model (Miro, 2005:70).

Bentuk umum dari metode analisis ini adalah persamaan:

$$Y = a + bx + e$$

dimana:

- Y = variabel terikat yang akan diramalkan besarannya atau dalam studi transportasi berupa jumlah perjalanan manusia, kendaraan, dan barang dari titik asal ke titik tujuan yang akan diperkirakan
- x = variabel bebas berupa faktor yang berpengaruh terhadap timbulnya jumlah perjalanan dengan asumsi faktor lain tidak berpengaruh
- a = parameter konstanta
- b = parameter koefisien berupa nilai yang akan dipergunakan untuk meramalkan Y
- e = nilai kesalahan yang mewakili seluruh faktor-faktor yang kita anggap tidak mempengaruhi

## B. Regresi Spasial

Model regresi spasial merupakan analisis lanjutan dari analisis regresi linier sederhana dalam aplikasi Geoda. Model regresi spasial menunjukkan adanya hubungan spasial suatu variabel antar kecamatan yang berdekatan (*neighboring*). Dengan kata lain, nilai variabel antar kecamatan yang berdekatan saling memiliki ketergantungan. Sebaliknya, model yang didapatkan tidak memiliki hubungan spasial jika model regresi linier sederhana yang diambil. Analisis regresi spasial terbagi menjadi dua bentuk model, yaitu *spatial lag* dan *spatial error*.

Proses analisis regresi spasial membutuhkan bobot spasial (*spatial weight*) untuk mengidentifikasi kemungkinan dilakukannya analisis regresi spasial. Beberapa cara untuk menentukan bobot spasial yang menggambarkan hubungan antar masing-masing wilayah yang berdekatan adalah (Lesage, 1999:11):

- *Linear contiguity* (persinggungan tepi)

Mendefinisikan  $W_{ij} = 1$  untuk wilayah yang mempunyai tepi yang bersinggungan langsung baik di sisi kiri atau kanan dengan wilayah yang diteliti. Wilayah lain yang tidak memiliki persinggungan tepi dengan wilayah yang diteliti untuk kemudian didefinisikan dengan  $W_{ij} = 0$

- *Rook contiguity* (persinggungan sisi)

Mendefinisikan  $W_{ij} = 1$  untuk wilayah yang mempunyai sisi yang bersinggungan langsung dengan wilayah yang diteliti. Wilayah lain yang tidak memiliki persinggungan sisi dengan wilayah yang diteliti untuk kemudian didefinisikan dengan  $W_{ij} = 0$

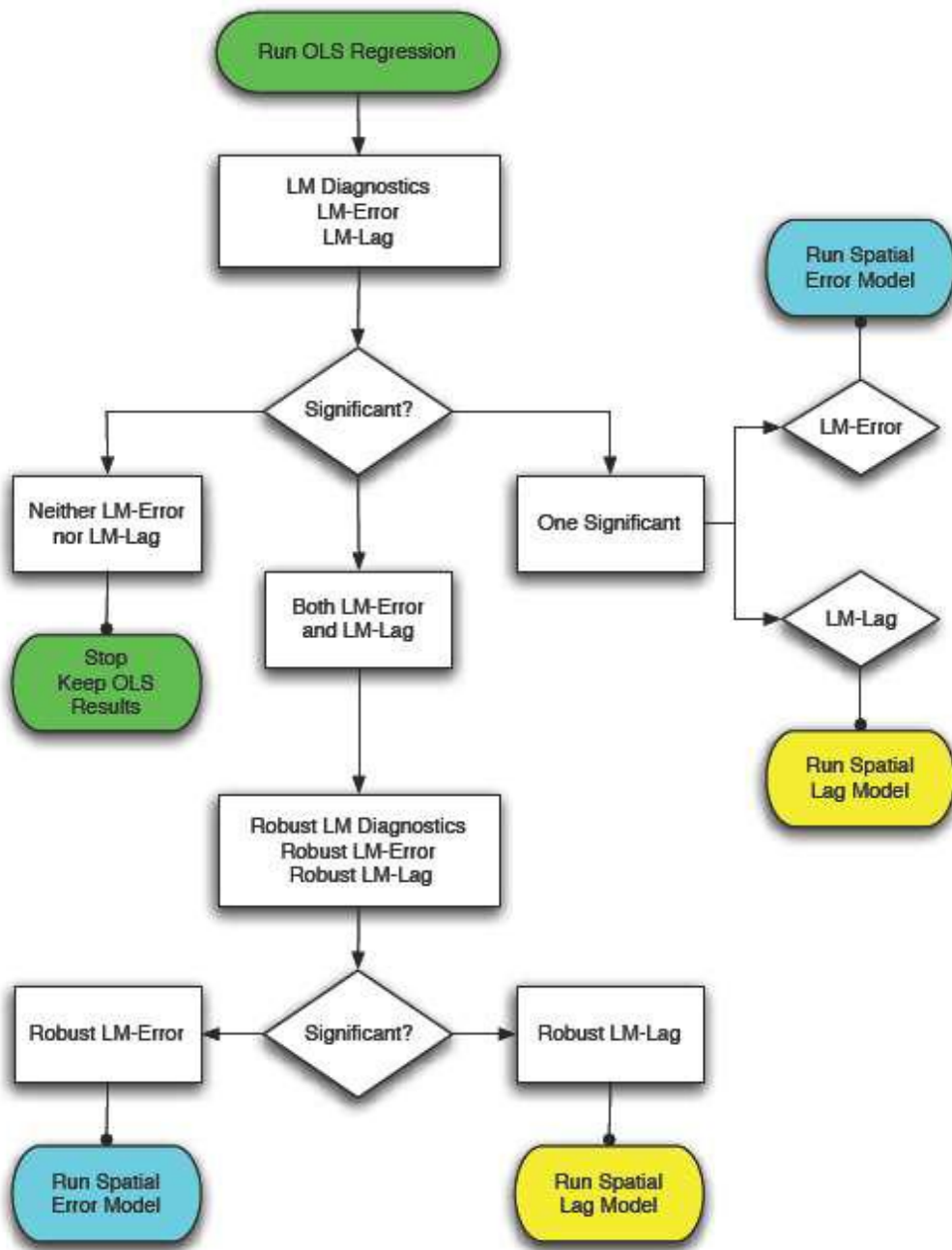
- *Bishop contiguity* (persinggungan sudut)

Mendefinisikan  $W_{ij} = 1$  untuk wilayah yang memiliki sudut yang bersinggungan langsung dengan wilayah yang diteliti. Wilayah lain yang tidak memiliki persinggungan sudut dengan wilayah yang diteliti untuk kemudian didefinisikan dengan  $W_{ij} = 0$

- *Queen contiguity* (persinggungan sisi-sudut)

Wilayah yang memiliki sisi atau sudut yang bersinggungan dengan wilayah yang diteliti didefinisikan sebagai  $W_{ij} = 1$ . Wilayah lain yang tidak memiliki persinggungan sisi-sudut untuk kemudian didefinisikan sebagai  $W_{ij} = 0$ .

Bobot spasial dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan area dan pendekatan titik. Pendekatan area yaitu penentuan bobot spasial yang diambil dibatasi sesuai dengan batas kecamatan yang saling berhimpitan (*contiguity*). Pendekatan titik yaitu penentuan bobot spasial yang diambil dibatasi sesuai dengan jarak titik koordinat *centroid* antar kecamatan. Untuk lebih jelasnya, proses pengambilan keputusan analisis regresi spasial dapat dilihat pada Gambar 2.1.



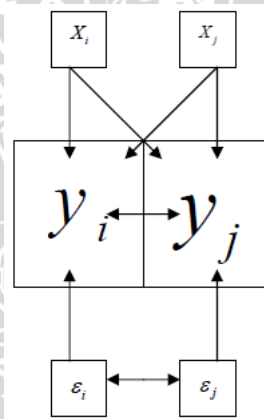
Sumber : Anselin, 2005:199

Gambar 2.1 Proses Pengambilan Keputusan Analisis Regresi Spasial

Analisis regresi spasial dimulai dengan mempertimbangkan hasil uji statistik antara nilai LM-Lag dan LM-Error. Jika tidak terdapat nilai LM-Error maupun LM-Lag yang memenuhi, maka model yang diambil adalah model klasik atau regresi linier sederhana (Anselin, 2005:198). Model regresi spasial dilanjutkan sesuai dengan salah satu nilai antara LM-Error dan LM-Lag yang memenuhi tingkat probabilitas di bawah 0,05.

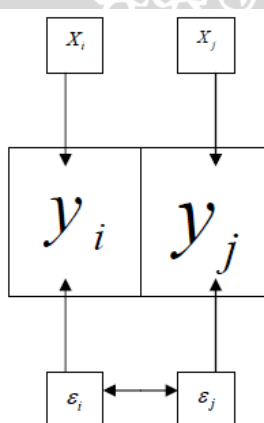
Jika kedua nilai memenuhi, maka dilakukan peninjauan lebih lanjut terhadap nilai Robust LM-Error dan Robust LM-Lag. Model *spatial error* dilakukan jika nilai yang diambil adalah LM-Error, sedangkan model *spatial lag* dilakukan jika nilai yang diambil adalah LM-Lag. Keseluruhan proses di atas dilakukan untuk mendapatkan hasil persamaan jumlah kecelakaan transportasi yang terbaik.

Model *spatial lag* dan *spatial error* melibatkan keterkaitan antara tingkat kesalahan dalam persamaan yang ada pada kecamatan yang diuji dengan kecamatan yang berdekatan (*neighboring*). Perbedaan antara model *spatial lag* dengan model *spatial error* adalah model *spatial lag* melibatkan keterkaitan antara variabel terikat pada kecamatan yang diuji dengan variabel terikat maupun variabel bebas pada kecamatan yang berdekatan (*neighboring*). Lebih jelasnya fungsi *spatial lag* dan *spatial error* dapat dilihat pada Gambar 2.2 dan Gambar 2.3.



Sumber : Anselin, 2000:4

Gambar 2.2 Fungsi Model *Spatial Lag*



Sumber : Anselin, 2000:4

Gambar 2.3 Fungsi Model *Spatial Error*



## 2.5 Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas merupakan bagian penting dalam membantu proses pengambilan keputusan. Analisis sensitivitas digunakan untuk mencapai kondisi yang optimal untuk menentukan solusi berdasarkan data yang berbeda. Dalam pemrograman linear, hasil perhitungan dan teoritis berdasarkan perubahan parameter disebut sebagai analisis sensitivitas (Anthony V. Fiacco, 1983:3-4). Analisis ini memberikan gambaran akan perubahan yang terjadi terhadap data yang diteliti jika faktor-faktor atau parameter-parameter yang mempengaruhinya diubah.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## 2.5 Referensi

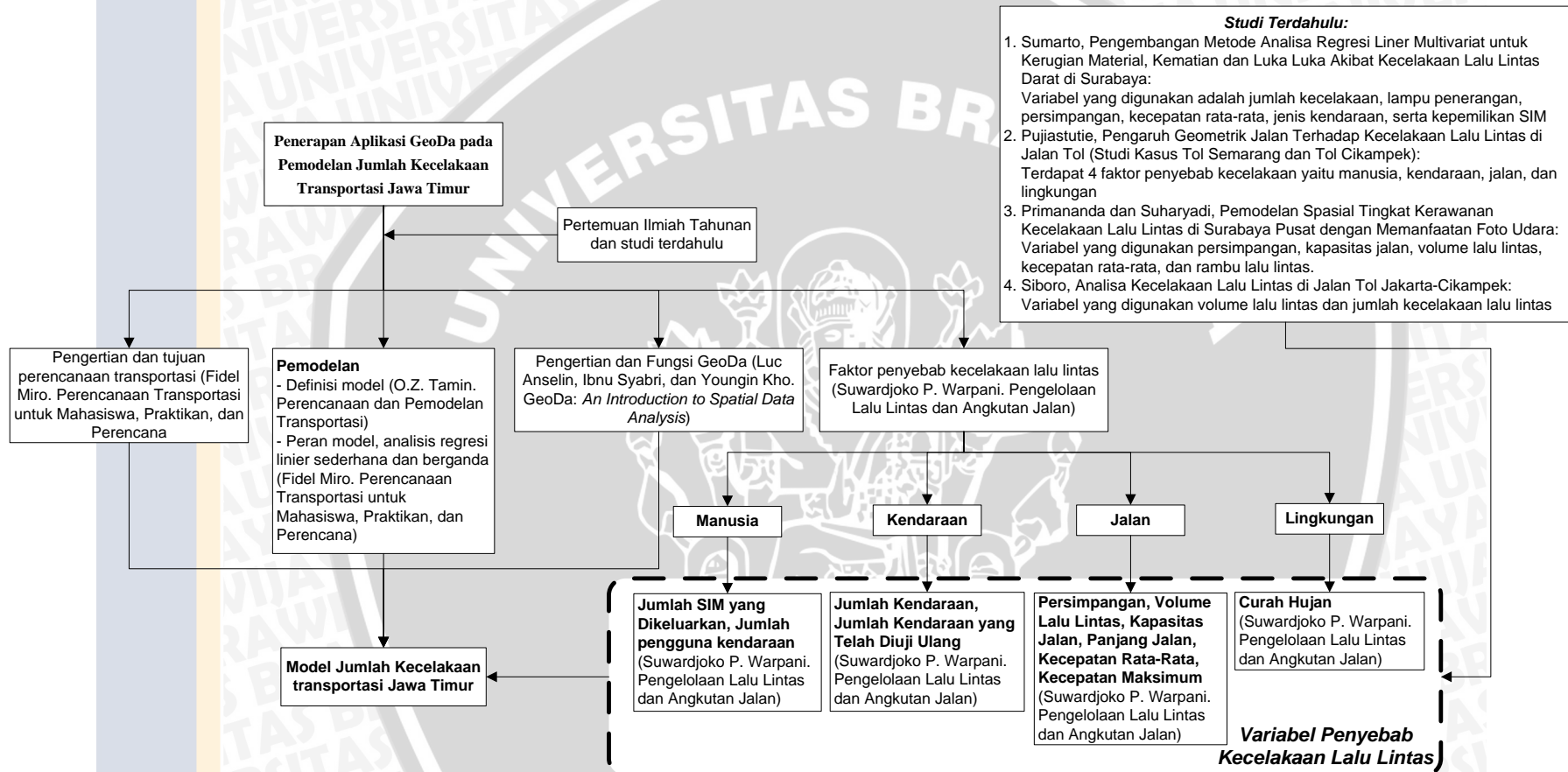
Tabel 2.5 Jurnal dan studi terdahulu yang dikutip

No	Jenis	Judul	Tujuan	Variabel Penelitian	Metode Penelitian	Penelitian Model Jumlah Kecelakaan Transportasi
1.	Studi terdahulu ITB, Sumarto	Pengembangan Metode Analisa Regresi Liner Multivariat untuk Kerugian Material, Kematian dan Luka Luka Akibat Kecelakaan Lalu Lintas Darat di Surabaya	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Memperoleh suatu fungsi atau model akhir yang dapat memberikan pemecahan yang jelas mengenai kecelakaan lalu lintas darat di Surabaya.</li> <li>2. Mengetahui sumbangan relatif dari masing-masing variabel independent terhadap variabel dependennya.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Kerugian Material Variabel yang digunakan: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jumlah kecelakaan</li> <li>- Pejalan kaki</li> <li>- Kecepatan</li> <li>- Lampu penerangan</li> <li>- Persimpangan</li> <li>- Kepemilikan SIM</li> <li>- Jumlah kecelakaan di siang hari</li> <li>- Jumlah kecelakaan di jalan lurus</li> <li>- Jumlah kecelakaan yang disebabkan hal lain</li> </ul> </li> <li>b. Kematian Variabel yang digunakan: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kecepatan</li> <li>- Kepemilikan SIM</li> <li>- Jenis kendaraan</li> <li>- Banyaknya benda yang mendapat kerusakan</li> <li>- Jumlah kecelakaan di malam hari</li> <li>- Jumlah kendaraan yang terlibat</li> <li>- Jumlah kecelakaan yang disebabkan hal lain</li> <li>- Jumlah kecelakaan di jalan lurus</li> </ul> </li> <li>c. Luka-luka Variabel yang digunakan: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kecepatan</li> <li>- Kepemilikan SIM</li> <li>- Lampu penerangan</li> <li>- Jenis kendaraan</li> </ul> </li> </ol>	<p>Penggunaan metode analisis regresi linier multivariat untuk menganalisis pengaruh serta hubungan antar variabel independent dengan variabel dependent</p>	<p>Persamaan antara studi terdahulu ini dengan penelitian model jumlah kecelakaan transportasi Kota Surabaya adalah keduanya meneliti tentang model penyebab kecelakaan transportasi. Kesamaan juga terdapat pada variabel yang digunakan yaitu jumlah kecelakaan, persimpangan, kecepatan, serta kepemilikan SIM. Selain itu, analisis yang digunakan juga sama, yaitu analisis regresi linier.</p> <p>Perbedaan antara studi terdahulu ini dengan penelitian model jumlah kecelakaan transportasi Kota Surabaya adalah pada variabel yang digunakan serta perangkat lunak yang digunakan dalam model. Pada studi terdahulu ini tidak terdapat variabel jumlah pengguna kendaraan, kendaraan yang diuji ulang, kendaraan bermotor, volume lalu lintas, kapasitas jalan,</p>

No	Jenis	Judul	Tujuan	Variabel Penelitian	Metode Penelitian	Penelitian Model Jumlah Kecelakaan Transportasi
				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Persimpangan</li> <li>- Pejalan kaki</li> <li>- Banyaknya benda yang mendapat kerusakan</li> <li>- Jumlah kendaraan yang terlibat</li> <li>- Jumlah kecelakaan di malam hari</li> <li>- Jumlah kecelakaan di siang hari</li> </ul>		panjang jalan, dan curah hujan. Sementara itu, penelitian ini tidak menggunakan perangkat lunak GeoDa.
2.	Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV ITS, Primananda dan Suharyadi	Pemodelan Spasial Tingkat Kerawanan Kecelakaan Lalu Lintas di Surabaya Pusat dengan Memanfaatkan Foto Udara	Membuat model spasial tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas di Surabaya Pusat.	<p>Data primer yang diekstraksi atau diperoleh langsung melalui interpretasi foto udara pankromatik hitam putih skala 1:5.000, yaitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informasi karakteristik parameter-parameter penentu kerawanan kecelakaan lalu lintas yang diambil dari aspek kondisi jalan dan lingkungan, yaitu: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Penggunaan Lahan</li> <li>- Radius belokan / tikungan</li> <li>- Jarak pandang bebas</li> <li>- Trotoar</li> <li>- Bahu jalan</li> <li>- Fasilitas penyeberangan jalan</li> <li>- Marka jalan</li> <li>- Pola arus lalu lintas</li> <li>- Pengendalian persimpangan</li> <li>- Perlintasan kereta api</li> </ul> </li> <li>• Unsur geometrik jalan sebagai salah satu elemen yang diperlukan untuk perhitungan kapasitas dan tingkat pelayanan jalan (V/C Ratio).</li> <li>• Jaringan jalan daerah penelitian.</li> </ul>	Analisis data untuk memperoleh model spasial tingkat kerawanan kecelakaan dilakukan melalui teknik pengharkatan terhadap parameter-parameter jalan dan lingkungan yang berpengaruh terhadap kerawanan kecelakaan pada tiap satuan analisis, dengan menggunakan pendekatan kuantitatif berjenjang tertimbang	<p>Persamaan dengan penelitian model jumlah kecelakaan transportasi adalah keduanya menghasilkan model spasial untuk kecelakaan transportasi dan sama-sama menggunakan perangkat lunak dalam prosesnya. Kesamaan juga terdapat pada variabel yang digunakan yaitu persimpangan, volume lalu lintas, kapasitas jalan, serta kecepatan rata-rata</p> <p>Perbedaan antara penelitian terdahulu ini dengan penelitian model jumlah kecelakaan transportasi adalah penelitian terdahulu ini menggunakan metode penginderaan jauh untuk menganalisis data kecelakaan yang terjadi. Perbedaan juga terdapat pada variabel yang diambil, yaitu penggunaan</p>

No	Jenis	Judul	Tujuan	Variabel Penelitian	Metode Penelitian	Penelitian Model Jumlah Kecelakaan Transportasi
				Data Sekunder yang diambil adalah: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data jumlah penduduk Kota Surabaya.</li> <li>• Data atribut jalan (volume lalu lintas, kecepatan rata-rata, rambu lalu lintas)</li> </ul>		lahan, radius tikungan, jarak pandang bebas, trotoar, bahu jalan, fasilitas penyeberangan jalan, marka jalan, pola arus lalu lintas, serta rambu lalu lintas.
3.	Studi terdahulu ITB, Siboro H.	Analisa Kecelakaan Lalu Lintas di Jalan Tol Jakarta-Cikampek	Tujuan dari studi ini adalah: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Meneliti masalah keselamatan di jalan tol Jakarta-Cikampek</li> <li>- Meneliti pola umum kecelakaan</li> <li>- Membandingkan karakteristik kecelakaan sebelum dan sesudah pengoperasian dua jalur</li> <li>- Mengidentifikasi dan meneliti lokasi rawan kecelakaan dalam hal jumlah dan tingkat keparahan kecelakaan</li> <li>- Membuat hipotesa, rekomendasi dan usulan dari segi rekayasa lalu linras untuk keamanan di jalan tol</li> </ul>	Data yang dibutuhkan adalah data volume lalu lintas dan kecelakaan lalu lintas yang berupa: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Data volume kendaraan total bulanan</li> <li>- Volume kendaraan selama 24 jam untuk waktu satu minggu</li> <li>- Peta jalan tol Jakarta-Cikampek</li> </ul>	- Analisis tingkat kecelakaan - Teknik <i>quality control</i>	Persamaan studi terdahulu ini dengan penelitian model jumlah kecelakaan transportasi adalah keduanya meneliti tentang faktor penyebab kecelakaan yang terjadi. Kesamaan juga terdapat pada variabel yang digunakan yaitu jumlah kecelakaan dan volume lalu lintas  Perbedaan antara kedua penelitian adalah penelitian ini tidak menghasilkan model terhadap jumlah kecelakaan yang terjadi

2.6 Kerangka Teori



Gambar 2.4 Kerangka Teori