

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **1.1 Transportasi**

Transportasi adalah penerapan dari ilmu pengetahuan yang bertujuan untuk mengangkut atau memindahkan barang dan manusia dari suatu tempat ke tempat yang lainnya dengan suatu cara yang berguna bagi manusia. (Morlok, 1995)

Transportasi merupakan proses pergerakan atau perpindahan orang atau barang dari suatu tempat ke tempat lain. Proses ini dapat dilakukan dengan menggunakan sarana angkutan berupa kendaraan atau tanpa kendaraan. Tujuan transportasi untuk mewujudkan penyelenggaraan pelayanan transportasi yang selamat, aman, cepat, lancar, tertib dan nyaman serta menunjang pemerataan pertumbuhan dan stabilitas, sebagai pendorong, penggerak, dan penunjang pembangunan nasional serta mempererat hubungan antar bangsa. (Warpani, 1990)

Transportasi dapat diartikan sebagai usaha memindahkan, menggerakkan, mengangkut, dan mengalihkan suatu objek dari suatu tempat ke tempat lain, dimana di tempat lain objek tersebut lebih bermanfaat atau dapat berguna untuk tujuan-tujuan tertentu. Karena dalam pengertian di atas terdapat kata-kata usaha, berarti transportasi juga merupakan sebuah proses yakni proses pindah, proses gerak, proses mengangkut dan mengalihkan dimana proses ini tidak bisa dilepaskan dari keperluan akan alat pendukung untuk menjamin lancarnya proses perpindahan sesuai dengan waktu yang diinginkan. Alat

pendukung apa yang dipakai untuk melakukan proses pindah, gerak, angkut dan alih ini, bisa bervariasi, tergantung pada :

- Bentuk objek yang akan dipindahkan
- Jarak antara suatu tempat dengan tempat lain
- Maksud objek yang akan dipindahkan (Miro, 2005)

### 2.1.1 Perencanaan Transportasi

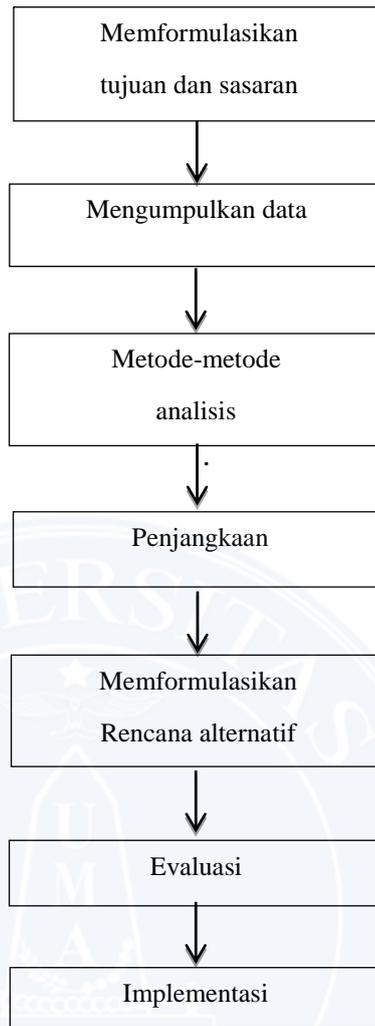
Berbagai kegiatan transportasi dapat menimbulkan berbagai permasalahan seperti kemacetan, polusi udara dan suara dan lainnya. Semakin lama, maka kuantitas dan kualitas permasalahan yang ditimbulkan tersebut akan semakin besar pula. Maka dalam hal ini diperlukan adanya proses perencanaan transportasi.

Proses perencanaan transportasi bertujuan untuk memberikan solusi terbaik dari beberapa solusi yang ada dengan sumber daya yang tersedia (Black, 1981). Perencanaan transportasi sebagai sebuah proses juga dapat dikatakan sebagai adanya kegiatan pengolahan (pemrosesan) suatu atau beberapa masukan/input untuk memperoleh suatu atau beberapa keluaran/output (Sujarto 1985, dikutip dari Miro 2005). Proses perencanaan transportasi merupakan bagian dari proses pengambilan keputusan atau kebijakan transportasi. (Tamin, 2000). Dalam proses perencanaan transportasi terdapat tiga hal utama yang mempengaruhi, yaitu :

1. Penggunaan lahan (*land use*). Dalam hal ini penggunaan lahan berarti:
  - a. Penggunaan lahan secara legal pada suatu daerah tertentu, misalnya daerah pemukiman, daerah industri, dan lain sebagainya.

- b. Tipe struktur yang dibangun pada lahan tersebut, misalnya rumah, pabrik, sekolah, dan lain sebagainya
  - c. Pengukuran besarnya intensitas aktivitas sosial dan ekonomi yang ada pada lahan tersebut, misalnya populasi, pekerja dan lain sebagainya.
2. Penyediaan transportasi (*Transport Supply*) yang merupakan bentuk fisik dari jaringan penghubung antara lahan (*land use*). Penyediaan transportasi (*Transport Supply*) diantaranya termasuk :
  - a. Variasi dari jaringan transportasi, seperti jalan untuk pejalan kaki, jalan raya, jalan tram, rute bus dan jalan kereta api.
  - b. Karakteristik operasional dan jaringan transportasi tersebut seperti waktu perjalanan, biaya atau tingkat pelayanan.
3. Lalu lintas (*traffic*) merupakan akibat dari adanya penggunaan lahan (*land use*) dan pemenuhan transportasi. Pergerakan pejalan kaki dan kendaraan merupakan representasi dari pergerakan horizontal dari orang dan barang pada jaringan transportasi. (Black, 1981)

Terdapat beberapa cara pendekatan untuk desain suatu sistem transportasi. Proses ini biasa disebut dengan perencanaan sistem atau proses desain. Kerangka proses perencanaan transportasi dapat dilihat di Gambar 2.1 :



Gambar 2.1 Proses Perencanaan Transportasi

Berikut pendeskripsian Gambar 2.1:

1. Memformulasikan tujuan dan sasaran (*Formulation of Goals and Objective*), merupakan tahap dalam menetapkan tujuan dari proses perencanaan, mengidentifikasi permasalahan, pengenalan permasalahan dan keterbatasan yang ada.
2. Mengumpulkan data (*Data Collection*), merupakan tahap pengumpulan data yang relevan dan melakukan survey-survey.

3. Metode-metode analisis (*Analytical Methods*), merupakan tahap menganalisa data dan mengembangkan metode kuantitatif yang cocok untuk mengerti sistem.
4. Peramalan (*Forecasting*), merupakan tahap dalam meramalkan situasi dan kebutuhan di masa depan.
5. Memformulasikan rencana alternatif (*Formulation of Alternatif Plans*), merupakan tahap dalam menetapkan desain-desain perencanaan alternatif untuk situasi dan kebutuhan di masa depan.
6. Evaluasi (*Evaluation*), merupakan tahap dalam memilih desain perencanaan yang tepat.
7. Implementasi (*Implementation*), merupakan tahap dalam mengimplementasikan desain perencanaan terbaik. (Black 1981, dikutip dari Miro 2005)

Sehingga dengan adanya proses perencanaan transportasi diharapkan dapat meminimalisasi permasalahan transportasi yang ada di masa depan.

### **2.1.2 Pemodelan Transportasi**

Model merupakan representasi dari sesuatu dan didesain untuk tujuan yang spesifik. Pemodelan transportasi menjelaskan tentang hubungan antara penggunaan lahan (*land use*), lalu lintas (*traffic*) dan alat transportasi. (Black 1981, dikutip dari Tamin 2008)

Model merupakan bentuk penyederhanaan suatu realita (atau dunia yang sebenarnya) dan merupakan cerminan dan penyederhanaan realita untuk tujuan tertentu, seperti memberikan penjelasan, pengertian serta peramalan. (Tamin, 2008)

Dalam pemodelan transportasi digunakan model grafis dan model matematis. Model grafis adalah model yang menggunakan gambar, warna dan bentuk sebagai media penyampaian informasi mengenai keadaan sebenarnya (realita). Dalam transportasi model grafis dapat digunakan untuk mengilustrasikan terjadinya pergerakan (arah dan besarnya) yang terjadi yang beroperasi secara spasial (ruang). Sedangkan model matematis menggunakan persamaan atau fungsi matematika sebagai media dalam usaha mencerminkan realita. Keuntungan dalam pemakaian model matematis dalam perencanaan transportasi adalah bahwa sewaktu pembuatan formulasi, kalibrasi serta penggunaannya, para perencana dapat belajar banyak, melalui eksperimen, tentang perilaku dan mekanisme internal dari sistem yang sedang dianalisis. (Tamin, 2008)

Ketika model menjelaskan sesuatu yang cukup kompleks, maka diperlukan bentuk dari persamaan matematika. Dalam model matematik, persepsi kita dari dunia nyata disederhanakan dan diterjemahkan ke dalam bahasa matematis. Namun, model matematis memiliki keterbatasan dalam menterjemahkan kata (dunia nyata) ke dalam simbol matematis. (Black 1981, dikutip dari Tamin 2008)

Dalam pemodelan transportasi terdapat beberapa definisi yang sering digunakan, yaitu :

- a. Fungsi. Konsep matematis yang digunakan untuk menyatakan bagaimana satu nilai peubah (tidak bebas) ditentukan oleh satu atau beberapa peubah lainnya (bebas)

- b. Argumen. Nilai tertentu suatu fungsi dapat dihitung dengan memasukkan nilai pada peubah (tidak bebas) yang ada dalam fungsi tersebut; peubah bebas itu disebut argumen.
- c. Peubah. Kuantitas yang dapat digunakan untuk mengasumsikan nilai numerik yang berbeda-beda. Jika suatu huruf digunakan untuk menyatakan nilai suatu fungsi, huruf itu disebut peubah tidak bebas; jika digunakan sebagai argumen suatu fungsi, disebut peubah bebas.
- d. Parameter. Kuantitas yang mempunyai suatu nilai konstan yang berlaku pada kasus tertentu, yang mungkin mempunyai nilai konstan yang berbeda pada kasus yang lain.
- e. Koefisien. Dalam aplikasi matematika, koefisien mempunyai definisi yang sama dengan parameter.
- f. Kalibrasi. Proses yang dilakukan untuk menaksir nilai parameter atau koefisien sehingga hasil yang didapat mempunyai galat yang sekecil mungkin dibandingkan dengan hasil yang sebenarnya.
- g. Algoritma. Suatu prosedur yang menunjukkan urutan operasi aritmatika yang rumit. Biasanya algoritma sering digunakan dalam pembuatan program komputer.

Model transportasi dibutuhkan sebagai alat untuk membantu proses pengambilan keputusan. Bukan sebagai penentu kebijakan itu sendiri. Dalam model transportasi tidak memperhitungkan faktor lain seperti faktor lingkungan, pertahanan, keamanan, ekonomi, sosial dan budaya. Sehingga para pengambil keputusan lebih berwenang dalam pengambilan keputusan dibandingkan dengan para perencana transportasi. (Tamin, 2008)

## 2.2 Analisis Bangkitan Pergerakan Lalulintas

Bangkitan lalulintas adalah fase (tingkat pertama) pada proses prakiraan perjalanan, ini termasuk prakiraan jumlah total perjalanan yang memasuki atau meninggalkan tempat (daerah) tersebut sebagai fungsi dari sosio-ekonomi, lokasi dan karakteristik tata guna lahannya (Stopher, 1980). Bangkitan lalulintas adalah proses analisis yang menetapkan atau menghasilkan hubungan antara aktivitas kota dan perjalanannya (Wright, 1989).

Bangkitan pergerakan bertujuan mendapatkan jumlah pergerakan yang dibangkitkan oleh setiap zona asal dan jumlah pergerakan yang tertarik ke setiap zona tujuan yang ada dalam daerah kajian. Dan memprediksikan tingkat pertumbuhan orang atau kendaraan pada masa yang mendatang. Metoda pengembangan yang digunakan dimaksudkan untuk mengetahui hubungan antara karakteristik perjalanan dan pertumbuhan lingkungan yang merupakan fungsi dari faktor tata guna lahan dan parameter sosio-ekonomi. (Bruton, 1975)

Analisis bangkitan pergerakan lalulintas ini bertujuan untuk menghasilkan model hubungan yang mengaitkan parameter tata guna lahan dengan jumlah pergerakan yang menuju ke suatu zona atau jumlah pergerakan yang meninggalkan suatu zona. Tahap bangkitan pergerakan ini meramalkan jumlah pergerakan yang akan dilakukan oleh seseorang pada setiap zona asal dengan menggunakan data rinci mengenai tingkat bangkitan pergerakan, atribut sosio-ekonomi, serta tata guna lahan. Zona asal dan tujuan pergerakan biasanya juga menggunakan istilah *trip end*. (Tamin, 2008)

Nilai bangkitan pergerakan sering digunakan untuk memperkirakan pergerakan pada masa mendatang. Nilai bangkitan pergerakan umumnya

didasarkan pada karakteristik perjalanan yang dilakukan pada daerah studi. Umumnya perkiraan bangkitan pergerakan dibedakan berdasarkan tipe tata guna lahan. (TRB 1991, dikutip dari Tamin 2008)

Beberapa kajian transportasi berhasil mengidentifikasi korelasi antaranya besarnya pergerakan dengan berbagai peubah, dan setiap peubah tersebut juga saling berkorelasi. Analisis ini biasanya menggunakan data berbasis zona untuk memodelkan besarnya pergerakan yang terjadi (baik bangkitan maupun tarikan), misalnya tata guna lahan, kepemilikan kendaraan, populasi, jumlah pekerja, kepadatan penduduk, pendapatan dan juga moda transportasi yang digunakan. (Tamin, 2008)

Bangkitan perjalanan digunakan untuk memperkirakan jumlah perjalanan yang berasal dari setiap zona dan jumlah perjalanan yang berakhir di setiap zona, untuk setiap maksud perjalanan. Pertimbangan mengenai maksud perjalanan adalah penting, bukan saja hanya untuk menentukan faktor-faktor yang akan mempengaruhi jumlah perjalanan yang akan terjadi, tetapi juga akan mempengaruhi pemilihan moda, dimana pemilihan moda sangat penting dalam desain suatu sistem transportasi masa mendatang. (Morlok, 1995)

Perjalanan (trip) merupakan pergerakan satu arah dari sebuah titik asal menuju sebuah titik tujuan. Biasanya makna kata perjalanan hanya tertuju pada perjalanan dengan menggunakan kendaraan, namun pejalan kaki juga perlu dipertimbangkan. Dan perjalanan yang dilakukan oleh anak dibawah usia 5 tahun (balita) biasanya diabaikan. (Ortuzar 1994, dikutip dari Tamin 2008)

Bangkitan pergerakan pada umumnya memperkirakan jumlah perjalanan untuk setiap maksud perjalanan berdasarkan karakteristik tata guna lahan dan

karakteristik sosio-ekonomi pada setiap zona. Biasanya tidak ada pertimbangan yang tegas yang diberikan untuk karakteristik sistem transportasi, walaupun menurut teori permintaan perjalanan, biaya dan tingkat pelayanan transpor akan mempengaruhi jumlah perjalanan yang dibuat. Jumlah perjalanan yang dibangkitkan pada daerah pinggiran metropolitan yang luas, sejumlah ahli transportasi telah menemukan bahwa jumlah perjalanan yang diperkirakan, perlu diperkecil karena penduduk cenderung mengkombinasikan sejumlah maksud dan tujuan. (Morlok, 1995)

Perjalanan (*trip*) dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu:

1. Perjalanan berbasis rumah (*Home-based trip*), merupakan perjalanan dimana rumah merupakan titik asal, atau merupakan titik tujuan, ataupun merupakan titik asal dan juga titik tujuan dari suatu perjalanan (Ortuzar, 1994). Merupakan sebuah perjalanan yang memiliki akhir perjalanan di rumah.

Klasifikasi perjalanan yang telah digunakan dalam studi perencanaan transportasi perkotaan untuk perjalanan berbasis rumah adalah:

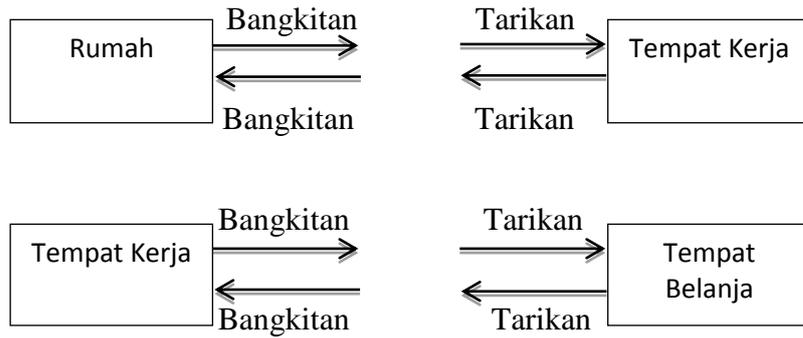
- a. perjalanan untuk bekerja
- b. perjalanan untuk bersekolah
- c. perjalanan untuk berbelanja
- d. perjalanan bisnis perorangan
- e. perjalanan sosial-rekreasi (Hutchinson 1974, dikutip dari Tamin 2008)

Perjalanan untuk bekerja dan bersekolah biasanya merupakan perjalanan yang bersifat wajib (*mandatory trip*). Sedangkan perjalanan lainnya merupakan perjalanan yang bersifat pilihan (*optional trips*).

2. Perjalanan berbasis bukan rumah (*Non Home-based trip*), merupakan kebalikan dari perjalanan berbasis rumah, dimana rumah bukanlah merupakan titik asal maupun titik tujuan dari suatu perjalanan. Perjalanan berbasis bukan rumah dapat memiliki nilai antara 15-20% dari keseluruhan perjalanan yang ada (Ortuzar, 1994). Contoh dari perjalanan berbasis bukan rumah antara lain perjalanan antara bekerja dan berbelanja, juga perjalanan bisnis antara dua tempat kerja yang berbeda (Hutchinson 1974, dikutip dari Tamin 2008).

Dari pernyataan di atas maka dapat disimpulkan bahwa terdapat dua jenis zona, yaitu zona yang dapat menghasilkan bangkitan pergerakan (*trip production*) dan zona yang dapat menghasilkan tarikan pergerakan (*trip attraction*). Penjelasan mengenai bangkitan perjalanan (*trip production*) dan tarikan pergerakan (*trip attraction*) adalah sebagai berikut:

- a. Bangkitan perjalanan (*trip production*), merupakan suatu pergerakan berbasis rumah yang mempunyai tempat asal dan atau tujuan adalah rumah atau pergerakan yang dibangkitkan oleh pergerakan berbasis bukan rumah (Tamin, 2008). Merupakan suatu pergerakan yang berasal atau menuju rumah dalam perjalanan berbasis rumah dan juga merupakan pergerakan dari titik asal perjalanan pada perjalanan berbasis bukan rumah (Ortuzar, 1994)
- b. Tarikan pergerakan (*trip attraction*), merupakan suatu pergerakan berbasis bukan rumah yang mempunyai tempat asal dan atau tujuan bukan rumah atau pergerakan yang tertarik oleh pergerakan berbasis bukan rumah (Tamin, 2000). Merupakan suatu pergerakan yang tidak berasal atau tidak menuju rumah dalam perjalanan berbasis rumah dan juga merupakan pergerakan menuju titik tujuan pada perjalanan berbasis bukan rumah (Ortuzar, 1994).



Gambar 2.2 Bangkitan dan tarikan pergerakan (Ortuzar, 1994)

Tahapan bangkitan pergerakan (*trip generation*) sering digunakan untuk menetapkan besarnya bangkitan pergerakan yang dihasilkan oleh rumah tangga (baik untuk pergerakan berbasis rumah maupun berbasis bukan rumah) pada selang waktu tertentu (per jam atau per hari). (Tamin, 2000)

Dalam memodelkan besarnya tahapan bangkitan pergerakan biasanya tidak hanya dianalisis berdasarkan besarnya jumlah pergerakan manusia, namun juga pergerakan barang.

Nilai bangkitan pergerakan kendaraan dapat ditentukan dengan menggunakan lebih dari satu variabel bebas. Pemilihan variabel bebas merupakan salah satu bagian penting dalam pemodelan bangkitan pergerakan. Standar deviasi dan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) ditunjukkan dengan pemilihan variabel bebas yang terbaik pada data. Selain itu ukuran sampel juga menjadi pertimbangan dalam pemilihan variabel bebas, umumnya pada variabel bebas digunakan data yang memiliki ukuran sampel yang lebih besar. (TRB 1991, dikutip dari Tamin 2008)

Berikut adalah beberapa faktor yang berpengaruh terhadap besarnya tahapan bangkitan pergerakan:

a. Bangkitan perjalanan untuk manusia

Perilaku individu dipengaruhi oleh atribut sosio-ekonomi, dimana atribut yang dimaksud adalah:

- Tingkat pendapatan; biasanya terdapat tiga tingkat pendapatan di Indonesia yaitu: tinggi, menengah dan rendah.
- Tingkat kepemilikan kendaraan; biasanya terdapat empat tingkat: 0, 1, 2 atau lebih dari dua (2+) kendaraan per rumah tangga.
- Ukuran dan struktur rumah tangga
- Nilai lahan
- Kepadatan area pemukiman
- Aksesibilitas

Empat faktor pertama, yaitu pendapatan, kepemilikan kendaraan, struktur rumah tangga dan ukuran rumah tangga, telah menjadi bahan pertimbangan dalam beberapa studi bangkitan pergerakan, sedangkan nilai lahan dan kepadatan area pemukiman biasanya dipakai untuk studi ke zanaan. Yang terakhir, yaitu aksesibilitas, biasanya jarang digunakan walaupun beberapa studi telah menggunakannya.

b. Tarikan perjalanan untuk manusia

Faktor yang paling sering digunakan adalah luasnya atap untuk kegiatan industri, komersal, dan pelayanan lainnya. Faktor lain yang biasanya digunakan adalah zona lapangan pekerjaan dan studi tertentu telah memasukkan pengukuran aksesibilitas

c. Bangkitan dan tarikan perjalanan untuk barang

Pergerakan ini hanya merupakan sebagian kecil dari pergerakan yang ada. Hanya 20% dari seluruh pergerakan di dalam area negara industri. Walaupun demikian pergerakan ini dapat berpengaruh terhadap terjadinya kemacetan.

Variabel yang penting, meliputi:

- jumlah tenaga kerja
- jumlah tempat pemasaran
- luasnya atap area industri
- total seluruh daerah industri yang ada (Ortuzar, 1994)

Tujuan dari memodelkan besarnya tahapan bangkitan pergerakan adalah untuk mendapatkan persamaan yang dapat mengestimasi besarnya bangkitan pergerakan berdasarkan zona. Namun karena setiap perjalanan memiliki dua ujung, maka analisis yang berbeda dibuat untuk besarnya bangkitan pergerakan oleh suatu zona dan besarnya tarikan menuju suatu zona. Untuk setiap zona pada daerah studi, survei menyediakan informasi berdasarkan observasi mengenai besarnya jumlah bangkitan dan tarikan pergerakan, tingkat penggunaan lahan dan variabel sosio-ekonomi. Tabulasi per zona dari data ini akan digunakan untuk membuat model tahapan bangkitan pergerakan. Dua pendekatan yang dapat digunakan dalam memodelkannya adalah dengan menggunakan analisis regresi dan analisis kategori (Black, 1981)

### **2.2.1 Pengumpulan Data**

Pengumpulan informasi dan pengkodean data sangatlah penting dalam perencanaan transportasi perkotaan dan aspek ini biasanya setidaknya menghabiskan seperempat hingga dua per tiga dari biaya yang ada (Hutchinson,

1974). Data yang dikumpulkan adalah berupa data penggunaan lahan dan pola perjalanan. Survey penggunaan lahan bertujuan untuk mengetahui tujuan dari penggunaan lahan pada daerah studi dan intensitas aktivitas sosial dan ekonomi pada lahan tersebut. Sedangkan survey pada rumah tangga dan pabrik yang ada bertujuan untuk mengetahui pergerakan orang dan barang (Bruton, 1975)

Pengumpulan data primer dan data sekunder yang dibutuhkan dalam kajian bangkitan pergerakan dilakukan dengan mengambil data langsung di daerah studi dan instansi-instansi terkait lainnya yang berhubungan dengan studi bangkitan ini (TRB, 1991). Beberapa hal yang perlu dilakukan dalam pengumpulan data adalah:

- Pengidentifikasian nilai potensial dari data
- Pemilihan jenis data akan diperhitungkan
- Pengurusan ijin kepada instansi berwenang terhadap daerah studi
- Pemilihan tipe karakteristik pergerakan yang akan dikaji
- Melakukan survei lapangan dan perhitungan nilai data

Survey dalam studi transportasi perkotaan meliputi :

a. Survey interview rumah tangga

Survey ini idealnya dapat menginformasikan karakteristik rumah tangga dan pola perjalanan seluruh anggota keluarga. Besarnya sampel bergantung pada besarnya daerah studi dan keakuratan statistik yang dibutuhkan.

Teori pengambilan jumlah sampel berdasarkan pengalaman berdasarkan The US Departement of Transportation dapat dilihat pada Tabel 2.1:

Tabel 2.1 Ukuran Sampel untuk Survey Interview Rumah Tangga

Populasi Area Studi	Ukuran Sampel	
	Minimum	Disarankan
Di bawah 50.000	1 dari 10	1 dari 5
50.000 - 150.000	1 dari 20	1 dari 8
150.000 - 300.000	1 dari 35	1 dari 10
300.000 - 500.000	1 dari 50	1 dari 15
500.000 - 1.000.000	1 dari 70	1 dari 20
Di atas 1.000.000	1 dari 100	1 dari 25

(sumber : Bruton, 1975)

Prosedur yang biasanya dilakukan adalah dengan memberikan pemilik rumah (responden) kuesioner yang berisi pertanyaan-pertanyaan interview.

Tipe-tipe pertanyaan yang diajukan dapat dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu:

1. Karakteristik rumah tangga secara umum, seperti jumlah anggota keluarga, kepemilikan kendaraan atau garasi, tingkat pendapatan, tipe menetap rumah tangga tersebut
2. Karakteristik anggota keluarga, seperti pekerjaan, jenis kelamin dan usia.
3. Informasi perjalanan individu tentang sejumlah perjalanan yang telah dilakukan selama periode survey, seperti titik asal perjalanan dan titik tujuan perjalanan, tujuan dari perjalanan, tipe penggunaan lahan di daerah asal dan tujuan perjalanan, waktu perjalanan dan moda transportasi yang digunakan.

b. Survey kendaraan komersial

Studi serupa dapat digunakan juga untuk mengumpulkan informasi tentang pergerakan komersial yang terjadi di area studi. Pertanyaan yang dapat diajukan pada pemilik kendaraan komersial, misalnya pabrik antara lain :

1. Karakteristik pabrik
2. Perjalanan yang dilakukan setiap kendaraan sampel, termasuk tipe dan berat kendaraan. Juga komoditas yang dibawanya.

c. Interview pengguna jalan

Interview pengguna jalan bertujuan menginformasikan asal dan tujuan pengguna jalan. Pengemudi diajukan pertanyaan berupa daerah asal dan tujuan dari perjalanan mereka, jenis kendaraan, pekerjaan dan tujuan dari perjalanan tersebut. Namun dengan metode ini tingkat respon dari responden kurang dari 50% sehingga lebih akurat jika dilakukan survey interview rumah tangga.

d. Survey transportasi publik

Survey ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi tentang perjalanan yang dimulai dari luar studi area dan berakhir di dalam studi area. Kuesioner diberikan di stasiun atau pemberhentian bus di luar area studi. Pertanyaan meliputi titik awal dan tujuan perjalanan, tujuan dari perjalanan, prioritas penggunaan moda transportasi. (Watson, 1978)

Setelah data terkumpul, selanjutnya data tersebut dipisahkan ke dalam unit-unit yang biasa disebut zona. Berikut adalah faktor-faktor yang penting dalam mendesain sistem zona untuk sebuah area studi.

- a. Zona tersebut didominasi satu tipe penggunaan lahan
- b. Karakteristik dari aktivitas dalam zona sebaiknya homogen

- c. Zona area kecil memberikan ketepatan lokal, sedangkan zona area besar memberikan sampel yang cukup dari rumah tangga dan pabrik untuk menghasilkan estimasi statistik yang dapat dipercaya.
- d. Sistem zona harus cocok dengan batasan dari area sensus penduduk.
- e. Batasan daerah zona dapat berupa jalan utama, jalan kereta api, kanal atau pembatas pergerakan fisik lainnya.

### 2.2.2 Uji Statistik

Dalam melakukan analisis bangkitan pergerakan dengan model analisis berbasis zona ini, dilakukan empat tahap uji statistik terhadap data yang ada, agar model bangkitan tersebut dapat dinyatakan absah.

Berikut adalah ke-empat tahap uji statistik tersebut (Tamin, 2008) :

#### 1. Uji kecukupan data

Uji kecukupan data ini dilakukan untuk menentukan jumlah data minimum yang harus tersedia, baik untuk peubah bebas maupun peubah tidak bebas. Semakin tinggi akurasi yang diinginkan, semakin banyak data yang dibutuhkan. Jumlah data minimum dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$N = \frac{CV \times Z_{\alpha}^2}{E^2} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

CV = koefisien variasi

E = tingkat akurasi

$Z_{\alpha}$  = nilai variansi untuk tingkat kepercayaan  $\alpha$  yang diinginkan

## 2. Uji korelasi

Uji statistik ini dilakukan untuk memenuhi persyaratan model matematis, yaitu sesama peubah bebas tidak boleh saling berkorelasi, sedangkan antara peubah tidak bebas dengan peubah bebas harus ada korelasi yang kuat (baik positif maupun negatif). Berikut adalah persamaannya:

$$r = \frac{N \sum_{i=1}^N (X_i Y_i) - \sum_{i=1}^N (X_i) \sum_{i=1}^N (Y_i)}{\sqrt{[N \sum_{i=1}^N (X_i)^2 - [\sum_{i=1}^N (X_i)]^2][N \sum_{i=1}^N (Y_i)^2 - [\sum_{i=1}^N (Y_i)]^2]}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Persamaan uji korelasi di atas memiliki nilai  $r$  ( $-1 \leq r \leq +1$ ).

Berikut pada Tabel 2.2 diberikan pedoman untuk memberikan interpretasi terhadap koefisien korelasi:

Tabel 2.2 Koefisien Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat kuat

(Sugiyono, 2006)

Nilai  $r$  yang mendekati  $-1$  berarti bahwa kedua peubah tersebut saling berkorelasi negatif (peningkatan nilai salah satu peubah akan menyebabkan penurunan nilai peubah lainnya). Nilai  $r$  yang mendekati  $+1$  berarti bahwa kedua peubah tersebut saling berkorelasi positif (peningkatan nilai salah satu peubah akan menyebabkan peningkatan nilai peubah lainnya). Nilai  $r$  yang mendekati  $0$  berarti bahwa tidak terdapat korelasi antara kedua peubah tersebut.

## 3. Uji linearitas

Uji statistik ini perlu dilakukan untuk memastikan apakah model bangkitan pergerakan dapat didekati dengan model analisis regresi linear atau model analisis tidak linier.

**Uji linearitas** bertujuan untuk mengetahui apakah dua variabel mempunyai hubungan yang linear atau tidak secara signifikan. Pengujian pada SPSS dengan menggunakan *test for linearity* pada taraf signifikan 0,05. Dua variabel dikatakan mempunyai hubungan yang linear bila signifikan kurang dari 0,05 (Priyatno, 2008)

- Dengan linearity:  $\text{Sig} < \alpha (0,05)$  hubungan linear signifikan
- Dengan deviation from linearity:  $\text{Sig} > \alpha (0,05)$  hubungan linier signifikan
- Jika harga F-hitung (tuna cocok) < harga F-tabel, maka harga F-hitung (tuna cocok non-signifikan yang berarti bahwa regresi Y atas X adalah “**linear**”.

Apabila hasil uji linearitas dari masing-masing model menunjukkan *Deviation from linearity* tidak linear signifikan sementara dari *linearity* signifikan berarti ada **model lain** yang lebih baik dari hubungan *linear*, yakni model *non-linear*.

Model non-linear digunakan setelah uji linearitas dilakukan pada masing-masing model sehingga ada beberapa model yang tidak memenuhi syarat sebagai model linear. Model non-linear diantaranya sebagai berikut:

#### 1. Model Logaritmik

Persamaannya sebagai berikut :

$$y = a + b \ln x \dots\dots\dots(2.3)$$

2. Model Eksponensial

Persamaannya sebagai berikut:

$$y = a e^{bx} \dots\dots\dots(2.4)$$

3. Model *quadratic*

Persamaannya sebagai berikut:

$$y = a + b_1X + b_2X^2 \dots\dots\dots(2.5)$$

4. Model *cubic*

Persamaannya sebagai berikut:

$$y = a + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3 \dots\dots\dots(2.6)$$

4. Uji kesesuaian

Uji statistik ini dilakukan untuk menentukan model bangkitan pergerakan yang terbaik. Pada umumnya, uji ini didasarkan atas kedekatan atau kesesuaian hasil model dengan hasil observasi. Dua uji kesesuaian yang paling sering digunakan adalah model analisis regresi dan model kemiripan maksimum.

Model analisis regresi mengasumsikan bahwa model terbaik adalah model yang mempunyai total kuadratis residual antara hasil model dengan hasil observasi (pengamatan) yang paling minimum

Meminimumkan

$$S = \sum_{i=1}^N (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \dots\dots\dots (2.7)$$

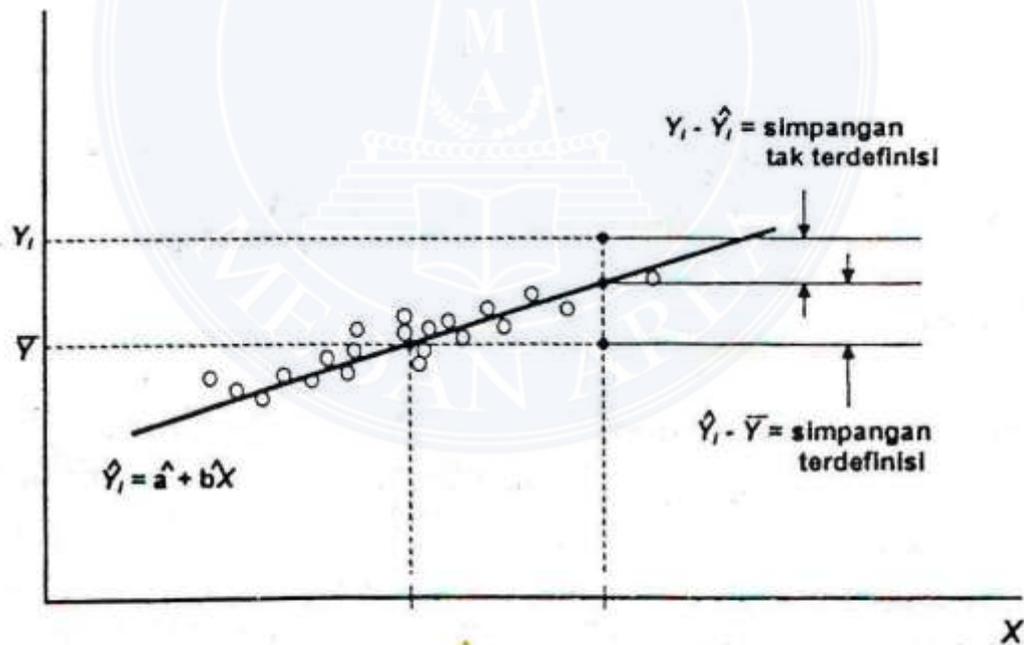
Model kemiripan maksimum mengasumsikan bahwa model terbaik adalah model yang mempunyai total perkalian peluang antara hasil model dengan hasil observasi (pengamatan) yang paling maksimum (mendekati 1)

Memaksimumkan

$$L = \prod_{i=1}^N \left( \frac{Y_i}{\hat{Y}_i} \right) \dots\dots\dots(2.8)$$

Selain itu perlu dilakukan pengujian koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebagai berikut :

Gambar 2.3 memperlihatkan garis regresi dan beberapa data yang digunakan untuk mendapatkannya. Jika tidak terdapat nilai x, ramalan terbaik  $Y_i$  adalah  $\bar{Y}$ . Akan tetapi, gambar memperlihatkan bahwa untuk  $x_i$ , galat model tersebut akan tinggi :  $(Y_i - \bar{Y}_i)$ . Jika  $x_i$  diketahui, ternyata ramalan terbaik  $Y_i$  menjadi  $\hat{Y}_i$  dan hal ini memperkecil galat menjadi  $(Y_i - \hat{Y}_i)$ .



Gambar 2.3 Beberapa Jenis Simpangan

Dari gambar 2.3, didapatkan:

$$(Y_i - \bar{Y}_i) = (\hat{Y}_i - \bar{Y}_i) + (Y_i - \hat{Y}_i) \dots \dots \dots (2.9)$$

Simpangan total                  simpangan terdefinisi                  simpangan tidak terdefinisi

Jika kita kuadratkan total simpangan tersebut dan menjumlahkan semua nilai i di dapat :

$$\sum_i (Y_i - \bar{Y}_i)^2 = \sum_i (\hat{Y}_i - \bar{Y}_i)^2 + \sum_i (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \dots \dots \dots (2.10)$$

Simpangan total                  simpangan terdefinisi                  simpangan tidak terdefinisi

Karena  $(\hat{Y}_i - \bar{Y}_i) = \hat{b} x_i$  mudah dilihat bahwa variasi terdefinisi merupakan fungsi koefisien regresi  $\hat{b}$ . Proses penggabungan total variasi disebut analisis variansi. Koefisien determinasi didefinisikan sebagai nisbah antara variasi terdefinisi dengan variasi total :

$$R^2 = \frac{\sum_i (\hat{Y}_i - \bar{Y}_i)^2}{\sum_i (Y_i - \bar{Y}_i)^2} \dots \dots \dots (2.11)$$

Koefisien ini mempunyai batas limit sama dengan satu (perfect explanation) dan nol (non explanation); nilai antara kedua batas limit ini ditafsirkan sebagai persentase total variasi yang dijelaskan oleh analisis regresi linear.

Selain itu juga perlu dilakukan pengujian terhadap distribusi data dengan pengujian sebagai berikut :

**Uji t**

Uji t selain digunakan untuk menguji hipotesis juga untuk membuat pendugaan interval (interval estimate). Biasanya, distribusi t digunakan untuk

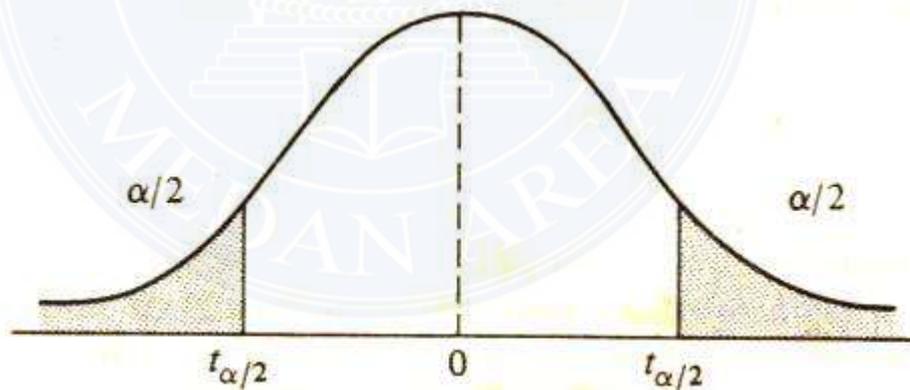
menguji hipotesis mengenai parameter, paling banyak dari 2 populasi, dan dari sampel kecil (small sample size), misalnya  $n < 100$ , bahkan seringkali  $n \leq 30$ . Untuk sampel besar, ( $n \geq 30$ ) nilai distribusi t sangat dekat dengan hasil nilai distribusi normal.

Variabel t dapat mengambil nilai negatif maupun positif, oleh karena pada dasarnya variabel t ini berasal dari variabel normal, padahal variabel normal selain mengambil nilai positif juga nilai negatif. Variabel t ini juga mempunyai kurva yang simetris terhadap  $t=0$ .

Berikut adalah rumusan nilai distribusi t:

$$t = \frac{(\bar{X} - \mu)\sqrt{n}}{s} \dots\dots\dots(2.12)$$

Merupakan distribusi t dengan derajat kebebasan  $v = (n-1)$



Gambar 2.4 Kurva Distribusi t

Dan untuk praktisnya nilai t ini telah disajikan dalam bentuk Tabel, apabila nilai probabilitas  $\alpha$  sudah diketahui, atau sebaliknya. Untuk menggunakan

Tabel t harus ditentukan terlebih dahulu besarnya nilai  $\alpha$  dan  $v$ . Oleh karena kurva t simetris, maka nilai yang dicari hanya nilai t sebelah kanan titik O.

### **Uji f**

Uji f dapat digunakan untuk menguji mengenai tepatnya fungsi untuk diterapkan terhadap data empiris atau data hasil observasi. Dan distribusi f ini digunakan untuk menguji hipotesis mengenai suatu parameter dari beberapa populasi (lebih dari 2).

Berikut adalah rumusan nilai distribusi F dari suatu variabel R dengan nilai  $Q_1 = X_{v_1}^2$  dan  $Q_2 = X_{v_2}^2$  yang merupakan variabel bebas, dengan derajat kebebasan  $v_1$  dan  $v_2$  :

$$R = \frac{Q_1/v_1}{Q_2/v_2} \dots\dots\dots(2.13)$$

Sehingga distribusi  $F_{v_1, v_2}$  merupakan rasio  $\frac{X_{v_1}^2}{v_1}$  dan  $\frac{X_{v_2}^2}{v_2}$

Untuk praktisnya nilai F ini telah diberikan dalam bentuk Tabel, dan terlebih dahulu harus diketahui nilai  $v_1$  dan  $v_2$ , serta nilai  $\alpha$ , yaitu suatu nilai probabilitas bahwa variabel F mengambil nilai atau lebih besar dari  $F_{\alpha(v_1, v_2)}$ .

### **Uji Validitas**

Uji ini digunakan untuk mengetahui seberapa tepat suatu instrumen (alat ukur) mampu melakukan fungsinya. Alat ukur yang dapat digunakan dalam pengujian validitas suatu instrumen adalah angka hasil korelasi antara skor

pernyataan (baik berupa item atau butir setiap pertanyaan maupun skor dari faktor atau variabel) dengan total skor seluruh pertanyaan.

Perhitungan validitas dari sebuah instrumen dapat menggunakan rumus korelasi product moment atau dikenal juga dengan korelasi pearson. Adapun rumus nya adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{N \sum_{i=1}^N (X_i Y_i) - \sum_{i=1}^N (X_i) \sum_{i=1}^N (Y_i)}{\sqrt{[N \sum_{i=1}^N (X_i)^2 - [\sum_{i=1}^N (X_i)]^2][N \sum_{i=1}^N (Y_i)^2 - [\sum_{i=1}^N (Y_i)]^2]}} \dots\dots\dots(2.14)$$

- rx<sub>y</sub> : koefisien korelasi
- n : jumlah responden uji coba
- X : skor tiap item
- Y : skor seluruh item responden uji coba

Kemudian, untuk menguji signifikan hasil korelasi kita gunakan **uji-t**. Adapun kriteria untuk menentukan signifikan dengan membandingkan nilai *t-hitung* dan *t-tabel*. Jika **t-hitung > t-tabel**, maka dapat kita simpulkan bahwa butir item tersebut **valid**. Rumus mencari t-hitung yang digunakan adalah:

$$t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}} \dots\dots\dots(2.15)$$

Ada tiga metoda yang dapat digunakan untuk menghitung besarnya bangkitan lalu lintas, yaitu:

- Melalui grafik antara pergerakan dengan variabel bebas untuk setiap kajian

- Analisis regresi
- Nilai pembebanan bangkitan pergerakan

Perkiraan teknik diperlukan dalam pemilihan metoda perhitungan yang digunakan dalam perhitungan bangkitan perjalanan. Dengan adanya tiga metoda ini diharapkan dapat memecah masalah bangkitan pergerakan yang menimbulkan konflik.

### **2.2.3 Analisis Regresi**

Metoda yang dapat digunakan untuk mengestimasi bangkitan perjalanan berdasarkan rumah adalah analisis regresi, yaitu suatu metoda yang digunakan untuk memperkirakan nilai-nilai terbaik bagi sejumlah parameter pada hubungan matematis tertentu diantara dua variabel atau lebih.

Analisis regresi merupakan metode statistik untuk mempelajari bagaimana variabel tidak bebas berhubungan dengan satu atau lebih variabel bebas. (Black 1981, dikutip dari Tamin 2008))

Masalah utamanya adalah penentuan variabel yang digunakan untuk meramalkan jumlah bangkitan perjalanan. Pada penggunaan analisis ini, jumlah perjalanan merupakan kombinasi linier dari nilai-nilai variabel yang diramalkan (disebut variabel bebas).

Variabel yang diperkirakan adalah jumlah total perjalanan untuk maksud tertentu yang berasal dan bertujuan dalam sebuah zona, dan bukan merupakan jumlah perjalanan per rumah tangga, walaupun variabel yang diramalkan (disebut variabel tidak bebas) mungkin akan merupakan perjalanan total per zona atau per rumah tangga.

Pada metoda analisis regresi dapat diasumsikan hubungan antara pergerakan dengan variabel bebas. Analisis regresi menyediakan fasilitas dalam pemilihan model yang disesuaikan dengan data yang didapatkan dari kawasan studi. Model yang didapatkan tersebut dapat digunakan untuk memberikan gambaran atau perkiraan pergerakan yang akan terjadi berdasarkan parameter variabel bebas yang ditentukan.

Dalam analisis regresi nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) adalah persentase variasi dari hubungan pergerakan dengan variasi dari ukuran variabel bebas. Nilai  $R^2$  berkisar antara 0 – 1. Jika nilai  $R^2$  adalah 1 artinya model yang dihasilkan adalah model terbaik, sedangkan jika nilai  $R^2$  adalah 0 menunjukkan model yang dihasilkan adalah model yang terburuk. Koefisien korelasi adalah tingkat keterkaitan atau kedekatan antara variabel bebas dan variabel bebas dengan variabel tidak bebas. (TRB, 1991)

Langkah-langkah yang digunakan untuk menentukan kelayakan suatu model dapat digunakan :

- Hitung dan bandingkan perkiraan pergerakan yang dihasilkan dari setiap model. Jika perbedaan antara keduanya sangatlah kecil maka gunakan model yang terbaik sebagai model untuk memperkirakan tingkat pergerakan.
- Gunakan model dengan minimal 20 data yang didistribusikan pada berdasarkan variabel bebas. Jika didapatkan nilai y-intercept dalam model tersebut adalah nol atau mendekati nol maka dapat dikatakan bahwa variabel bebas yang digunakan memiliki sifat yang sama atau tipikal.

- Bandingkan model yang dihasilkan dengan melihat model yang mempresentasikan data lapangan yang didapatkan.
- Hitung standar deviasi dan koefisien determinasi dari model yang dihasilkan. Jika standar deviasi kecil (kurang dari 110% rata-rata data) maka model tersebut dapat dikatakan baik. Sedangkan jika nilai  $R^2$  tinggi melebihi 0,75 dari model maka model tersebut dapat dikatakan baik.

Penerapan model regresi pada dasarnya identik dengan model klasifikasi silang. Pada dasarnya semua variabel dimana jumlah perjalanan total harus diramalkan lebih dahulu, kemudian nilai-nilai dimasukkan ke dalam persamaan yang menghasilkan perkiraan spesifik terhadap jumlah perjalanan total di dalam suatu zona atau per rumah tangga dalam zona. Dalam kasus ini, jumlah perjalanan per rumah tangga dikalikan dengan jumlah rumah tangga yang ada dalam zona, dan menghasilkan perjalanan total per zona. (Morlok, 1995)

Persamaan umumnya adalah sebagai berikut :

$$Y = \alpha + \beta X \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana :

Y = variabel tidak bebas

X = variabel bebas

$\alpha$  = konstanta regresi

$\beta$  = koefisien

dan metode least square memberikan persamaan untuk mengestimasi nilai  $\alpha$  dan  $\beta$  sebagai berikut :

$$\beta = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \dots\dots\dots(2.17)$$

$$\alpha = \frac{\sum Y}{n} - \frac{\beta \sum X}{n} \dots\dots\dots(2.18)$$

dimana :

$n$  = jumlah zona

$Y$  = nilai dari variabel tidak bebas pada masing-masing zona

$X$  = nilai dari variabel bebas pada masing-masing zona

Jika persamaan di atas akan digunakan untuk memperkirakan bangkitan pergerakan berbasis zona, maka semua peubah diidentifikasi dengan 'i'. Sedangkan jika digunakan untuk memperkirakan tarikan pergerakan berbasis zona, maka semua peubah diidentifikasi dengan 'd'. (Tamin, 2000)

Data-data sosial yang saling berhubungan dapat direpresentasikan dengan menggunakan persamaan regresi sederhana. Misalnya, beberapa variabel tata guna lahan secara simultan berpengaruh terhadap besarnya tahapan bangkitan perjalanan. Analisis regresi linear berganda cocok untuk mengetahui hubungan antara sebuah variabel tidak bebas dengan dua atau lebih variabel bebas.

Persamaan umumnya adalah sebagai berikut (Black, 1981) :

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots\dots\dots + \beta_z X_z \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana :

$Y$  = variabel tidak bebas

$X_1, \dots, X_z$  = variabel bebas

$\alpha$  = konstanta regresi

$\beta_1, \dots, \beta_z$  = koefisien regresi parsial

Analisis regresi merupakan metode statika dan berikut adalah asumsi utama dalam statistik :

1. Nilai peubah, khususnya peubah bebas, mempunyai nilai tertentu atau merupakan nilai yang didapat dari hasil survei tanpa kesalahan berarti.
2. Peubah tidak bebas ( $Y$ ) harus mempunyai hubungan korelasi linear dengan peubah bebas ( $X$ ). Jika hubungan tersebut tidak linear, transformasi linear harus dilakukan, meskipun batasan ini akan mempunyai implikasi lain dalam analisis residual.
3. Efek peubah bebas pada peubah tidak bebas merupakan penjumlahan, dan harus tidak ada korelasi yang kuat antara sesama peubah bebas.
4. Variasi peubah tidak bebas terhadap garis regresi harus sama untuk semua nilai peubah bebas.
5. Nilai peubah tidak bebas harus tersebar normal atau minimal mendekati normal.
6. Nilai peubah bebas sebaiknya merupakan besaran yang relatif mudah diproyeksikan. (Tamin, 2000)