

# PENERAPAN KONSEP INTERAKSI TATA GUNA LAHAN-SISTEM TRANSPORTASI DALAM PERENCANAAN SISTEM JARINGAN TRANSPORTASI

Ofyar Z. Tamin dan Russ Bona Frazila

## ABSTRACT

*Strong interaction between landuse and transportation system has been well and widely known by many transport planners. However, this concept is rarely being used in many transportation network planning projects. The parameter usually used is the trend of traffic growth. This kind of information is not very precise to be used for the transportation network development policy. This kind of information will give misleading results for the transportation network development policy.*

*Basically, this interaction concept combines the regional development policy represented in the Regional Landuse Plan (national, province, kabupaten or city) with the Transport Network System which will accommodate the flows resulting from the activities carried out by each landuse. In fact, the landuse has a very strong causal relationship with the transport network system (road, rail, etc.)*

*A quantitative model has been developed to relate the interaction between the Regional Landuse Plan and the Transport Network System (especially road) so that the transport network development policy, in fact, has anticipated and accommodated the changes due to the landuse development. This quantitative model can be used for different levels of planning such as: for landuse (national, regional island, province, kabupaten, city and even small local area) and for road transport network (arterial, collector, local, either primary or secondary). This paper will describe in detail the interaction concept in the form of a quantitative model and show the results of the application for planning the development of road transport network in East Java province.*

## I. PENDAHULUAN

Masalah transportasi atau perhubungan merupakan masalah yang selalu dihadapi oleh negara-negara yang telah maju (*developed*) dan juga oleh negara-negara yang sedang berkembang (*developing*) seperti Indonesia baik di bidang transportasi perkotaan (*urban*) maupun transportasi antar kota (*regional*). Terciptanya suatu sistem transportasi atau perhubungan yang menjamin pergerakan manusia dan/atau barang secara lancar, aman, cepat, murah dan nyaman merupakan tujuan pembangunan di sektor perhubungan (transportasi).

Di negara Republik Indonesia yang berbentuk kepulauan dengan daerah yang sangat

luas, sangat dirasakan kebutuhan adanya suatu sistem transportasi (perhubungan) yang efektif dalam arti murah, lancar, cepat, mudah, teratur dan nyaman baik untuk pergerakan manusia dan/atau barang. Setiap tahap pembangunan sangat memerlukan sistem transportasi yang efisien sebagai salah satu prasyarat guna kelangsungan dan terjaminnya pelaksanaan pembangunan tersebut.

Salah satu komponen penting untuk menunjang pertumbuhan ekonomi adalah jaringan prasarana dasar, dalam hal ini prasarana sistem jaringan transportasi. Sejak Pembangunan Jangka Panjang I (PJP I) sampai sekarang, pembangunan prasarana jalan raya mendapat prioritas utama. Sistem transportasi yang sesuai untuk diterapkan pada

suatu daerah tergantung kondisi fisik/alami wilayah yang bersangkutan maupun kondisi sosial-ekonomi, sektor pembangunan yang ada serta potensi lainnya yang dimiliki oleh daerah tersebut.

Dalam perencanaan suatu sistem jaringan transportasi hendaknya dipertimbangkan faktor yang sangat mempengaruhi sistem antara lain karakteristik permintaan, tata guna lahan serta kondisi yang ada di suatu daerah. Faktor yang tidak kurang pentingnya adalah sistem jaringan transportasi pada umumnya dan sistem jaringan jalan raya dan jalan kereta api pada khususnya yang akan diterapkan harus mampu dikembangkan untuk memenuhi permintaan akan jasa transportasi pada masa yang akan datang.

Penerapan jaringan jalan raya yang tidak sesuai dengan tata guna lahan, karakteristik permintaan, kondisi daerah setempat, serta tidak melalui suatu perencanaan yang baik sering menimbulkan masalah yang sulit ditanggulangi.

## II. SISTEM TRANSPORTASI MAKRO

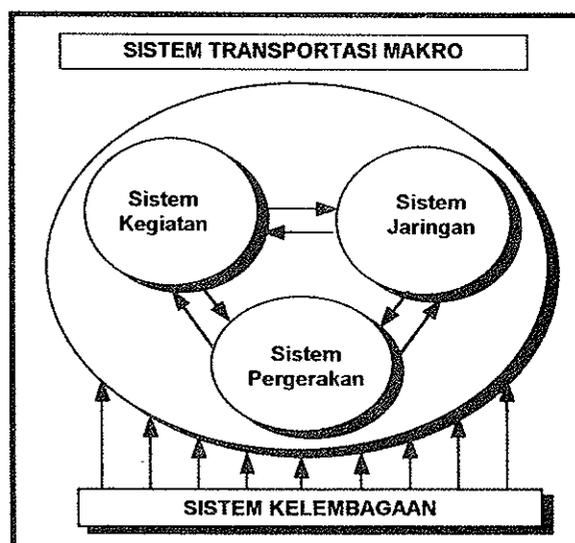
Untuk mendapatkan pengertian yang lebih mendalam maka perlu dilakukan suatu pendekatan secara sistem dimana sistem transportasi (makro) sebenarnya terdiri dari beberapa sistem transportasi mikro yang saling terkait dan saling mempengaruhi seperti terlihat pada **gambar 1**. Sistem mikro tersebut adalah:

- a. Sistem Kegiatan
- b. Sistem Jaringan Prasarana Transportasi
- c. Sistem Pergerakan Lalulintas
- d. Sistem Kelembagaan

Interaksi antara Sistem Kegiatan dan Sistem Jaringan ini akan menghasilkan suatu pergerakan manusia dan/atau barang dalam bentuk pergerakan kendaraan.

Perubahan pada Sistem Kegiatan jelas akan mempengaruhi Sistem Jaringan melalui suatu perubahan pada tingkat pelayanan pada sistem pergerakan. Begitu juga perubahan

pada Sistem Jaringan akan dapat mempengaruhi Sistem Kegiatan melalui peningkatan mobilitas dan aksesibilitas dari sistem pergerakan tersebut. Selain itu, Sistem Pergerakan memegang peranan yang penting dalam mengakomodasikan suatu sistem pergerakan agar tercipta suatu sistem pergerakan yang lancar yang akhirnya juga pasti akan mempengaruhi kembali Sistem Kegiatan dan Sistem Jaringan yang ada. Ketiga sistem mikro ini saling berinteraksi satu dengan yang lainnya yang terkait dalam suatu sistem transportasi makro.



**Gambar 1:** Sistem Transportasi Makro  
Sumber: Tamin, 1997

Untuk menjamin terwujudnya suatu sistem pergerakan yang aman, nyaman, lancar, murah dan sesuai dengan lingkungannya, terdapat Sistem Kelembagaan yang terdiri dari beberapa individu, kelompok, lembaga, instansi pemerintah serta swasta yang terlibat dalam masing-masing sistem mikro tersebut. Di Indonesia sistem kelembagaan (instansi) yang berkaitan dengan masalah transportasi adalah: Bappenas, Bappeda, Pemda dan Bangda yang memegang peranan yang sangat penting dalam menentukan Sistem Kegiatan melalui kebijaksanaan baik wilayah, regional maupun sektoral. Sedangkan kebijaksanaan Sistem Jaringan secara umum ditentukan oleh Departemen Perhubungan baik darat, laut dan udara serta Departemen PU melalui Direktorat Jenderal Bina Marga.

Sistem Pergerakan ditentukan oleh DLLAJ, Departemen Perhubungan, Polantas dan masyarakat sebagai pemakai jalan.

Kebijaksanaan yang diambil tentunya dapat dilaksanakan dengan baik melalui suatu peraturan yang secara tidak langsung juga memerlukan adanya suatu sistem penegakan hukum yang baik pula. Secara umum dapat disebutkan bahwa pemerintah, swasta dan masyarakat seluruhnya dapat berperan dalam mengatasi masalah dalam sistem transportasi ini terutama dalam hal mengatasi masalah kemacetan. Keterkaitan antara kebijaksanaan Sistem Kegiatan dan Sistem Jaringan pada berbagai tingkat dapat digambarkan pada gambar 2.

RTRWN sebagai pedoman perumusan kebijaksanaan pokok pemanfaatan ruang di wilayah nasional menjabarkan bahwa struktur dan pola ruang nasional harus mewujudkan keterpaduan, keterkaitan dan keseimbangan perkembangan antar wilayah serta keserasian antar sektor.

RTRWN ini diharapkan menjadi payung dan acuan bagi setiap propinsi dalam mengembangkan tata ruang dalam skala yang lebih kecil yang dikenal dengan Rencana Tata Ruang Wilayah Propinsi (RTRWP). Selanjutnya RTRWP menjadi acuan bagi

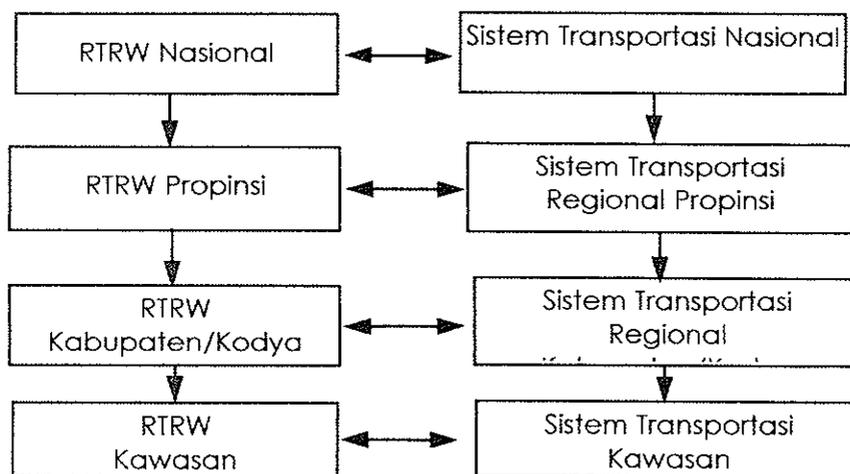
rencana tata ruang yang lebih kecil yaitu skala kabupaten atau kotamadya (RTRWK). RTRWK menjadi acuan rencana tata ruang kawasan.

### III. PENDEKATAN MODEL

#### 3.1. Sistem Tata Guna Tanah Transportasi

Sistem transportasi antar kota terdiri dari berbagai aktifitas seperti: industri, pariwisata, perdagangan, pertanian, pertambangan dan lain-lain. Aktifitas ini mengambil tempat pada sebidang lahan (industri, sawah, tambang, perkotaan, daerah pariwisata dan lain-lain). Dalam pemenuhan kebutuhan, manusia melakukan perjalanan antara tata guna tanah tersebut dengan menggunakan sistem jaringan transportasi.

Beberapa interaksi dapat dilakukan dengan telekomunikasi seperti: telepon, faksimil atau surat (sangat menarik untuk diketahui bagaimana sistem telekomunikasi yang lebih murah dan lebih canggih akan dapat mempengaruhi kebutuhan pergerakan di masa mendatang). Akan tetapi hampir semua interaksi yang terjadi memerlukan perjalanan dan oleh sebab itu akan menghasilkan pergerakan arus lalu lintas.



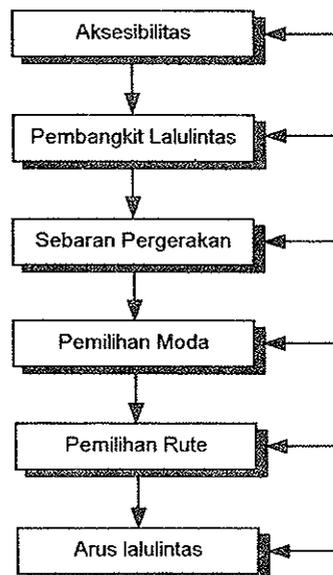
**Gambar 2:** Keterkaitan RTRW dan Sistem Jaringan Transportasi Pada Berbagai Tingkat  
Sumber: Tamin, 1997

Sasaran umum dari perencanaan transportasi adalah membuat interaksi menjadi mudah dan seefisien mungkin. Sebaran geografis antara tata guna tanah (sistem kegiatan) serta kapasitas dan lokasi dari fasilitas transportasi (sistem jaringan) digabung untuk mendapatkan volume dan pola lalu lintas (sistem pergerakan). Volume dan pola lalu lintas pada jaringan transportasi akan mempunyai efek *feedback* atau timbal balik terhadap lokasi tata guna tanah yang baru dan perlunya peningkatan prasarana.

### 3.2. Interaksi Sistem Kegiatan dengan Sistem Jaringan Transportasi

Hubungan dasar antara Sistem Kegiatan, Sistem Jaringan dan Sistem Pergerakan disatukan dalam beberapa urutan konsep seperti yang terlihat dalam **gambar 3**. Konsep inilah yang dijadikan dasar peramalan kebutuhan pergerakan yang bersama dengan kondisi jaringan dapat diketahui kinerja dari jaringan jalan bersangkutan. Konsep perencanaan transportasi biasanya dilakukan secara berturut sebagai berikut:

- a. **Aksesibilitas**: suatu ukuran potensial atau kesempatan untuk melakukan perjalanan. Konsep ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi problem yang terdapat dalam sistem transportasi dan mengevaluasi solusi-solusi alternatif.
- b. **Pembangkit Lalu lintas**: besaran perjalanan yang dibangkitkan oleh tata guna tanah.
- c. **Sebaran Pergerakan**: besaran perjalanan secara geografis di dalam daerah perkotaan.
- d. **Pemilihan Moda Transportasi**: menentukan faktor yang mempengaruhi pemilihan moda transportasi untuk suatu tujuan perjalanan tertentu.
- e. **Pemilihan Rute**: menentukan faktor yang mempengaruhi pemilihan rute antara zona asal dan tujuan. Ini diperuntukkan khusus bagi kendaraan pribadi.
- f. **Hubungan antara Waktu, Kapasitas dan Arus Lalu lintas**: waktu tempuh perjalanan sangat dipengaruhi oleh kapasitas ruas jalan yang ada dan jumlah arus lalu lintas yang menggunakannya.



**Gambar 3:** Urutan Konsep Perencanaan Transportasi

### 3.3. Langkah Pendekatan

Dalam metoda pendekatan yang digunakan, terdapat proses yang harus ditempuh:

1. Identifikasi sistem perwilayahan dan pusat pengumpul.
2. Identifikasi dan proyeksi potensi daerah.
3. Identifikasi kinerja sistem jaringan jalan yang ada.
4. Identifikasi dan proyeksi pergerakan komoditi.
5. Peramalan kebutuhan pergerakan

#### a. Identifikasi Sistem Perwilayahan dan Pusat Pengumpul

Sistem perwilayahan adalah sistem kesatuan geografis daerah dengan segenap unsur yang terkait padanya. Segala unsur pembangunan yang terdapat dalam suatu daerah dapat dilihat dari karakteristik perkembangannya dalam konteks tata ruang. Dengan mengetahui sistem perwilayahan ini maka upaya kita memprediksi apa yang akan terjadi di masa mendatang dapat diduga sedini mungkin. Sistem perwilayahan ini juga bermanfaat bagi perencanaan strategi yang harus ditetapkan untuk melaksanakan pembangunan di masa mendatang.

Pusat pengumpul adalah tempat sumber daya alam dan manusia berkumpul dalam satu kegiatan, yang mengakibatkan segala unsur yang ada dapat berinteraksi saling menguntungkan dan memanfaatkan prinsip ekonomi. Pusat pengumpul umumnya merupakan suatu kota. Oleh sebab itu, dalam suatu sistem perwilayahan akan ditentukan hirarki pusat pengumpul berdasarkan tiga hirarki pelayanan berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional (RTRWN) yaitu: Pusat Kegiatan Nasional, Pusat Kegiatan Wilayah dan Pusat Kegiatan Lokal

#### **b. Identifikasi dan Proyeksi Potensi Daerah**

Potensi daerah pada dasarnya adalah kekayaan yang dikandung oleh suatu daerah dan dapat dimanfaatkan untuk kepentingan pembangunan daerah.

Pengelompokkan potensi daerah dibagi atas kegiatan sektoral yang secara rinci dapat dibagi atas potensi pertanian, peternakan, perikanan, kehutanan, perindustrian, pertambangan dan mineral serta pariwisata. Akan tetapi sangat sulit menentukan besaran produksi kegiatan sektoral karena setiap sektor mempunyai indikator besarnya masing-masing. Hal yang diinginkan adalah setidaknya peran dari setiap sektor kegiatan dalam pembangunan daerah sudah dapat ditunjukkan dari keberhasilan menunjukkan besaran setiap sektor.

#### **c. Identifikasi Kinerja Sistem Jaringan Jalan Eksisting**

Dalam perencanaan transportasi, khususnya jalan raya, dibutuhkan informasi mengenai kondisi prasarana transportasi yang ada (eksisting) agar dari perencanaan tersebut dapat dihasilkan sistem yang optimal (efektif dan efisien). Untuk mendapatkan gambaran yang baik mengenai kondisi prasarana transportasi tersebut, perlu dilakukan inventarisasi berupa pendataan terhadap karakteristik fisik, tingkat kemampuan pelayanan dan lain-lain yang disajikan dalam ukuran kinerja tertentu.

#### **d. Identifikasi dan Proyeksi Pergerakan**

Identifikasi pergerakan antar daerah berfungsi melihat besar kecilnya tingkat ketergantungan antar daerah dalam suatu sistem perwilayahan yang ada. Tujuan melihat interaksi antar daerah ini adalah untuk mengetahui pola pergerakan barang/orang antar daerah yang dipergunakan untuk memprediksi arus pergerakan di masa mendatang.

Dengan mengetahui pola pergerakan ini juga dapat diketahui pola pertumbuhan sistem kota yang ada.

Di samping itu mengetahui pola perhubungan bermanfaat untuk mewujudkan pemerataan pembangunan di suatu daerah, selanjutnya memberikan rekomendasi pengembangan sistem transportasi berupa pembangunan, perbaikan, dan peningkatan peranan prasarana transportasi.

#### **e. Peramalan Kebutuhan Pergerakan**

Suatu jaringan transportasi yang baik mampu mengantisipasi perkembangan yang terjadi. Dengan kata lain, jaringan transportasi harus direncanakan tidak hanya untuk kondisi saat ini melainkan juga untuk kondisi sampai akhir masa perencanaannya. Dapat dikatakan bahwa peramalan kondisi yang terjadi pada masa mendatang menjadi salah satu hal yang terpenting dalam perencanaan jaringan transportasi. Peramalan kebutuhan pergerakan ini pada dasarnya menganalisis seluruh data serta identifikasi yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Penjelasan lebih lengkap mengenai peramalan kebutuhan pergerakan dicantumkan pada bagian berikut ini.

### **IV. ANALISIS KEBUTUHAN PERGERAKAN**

#### **4.1. Umum**

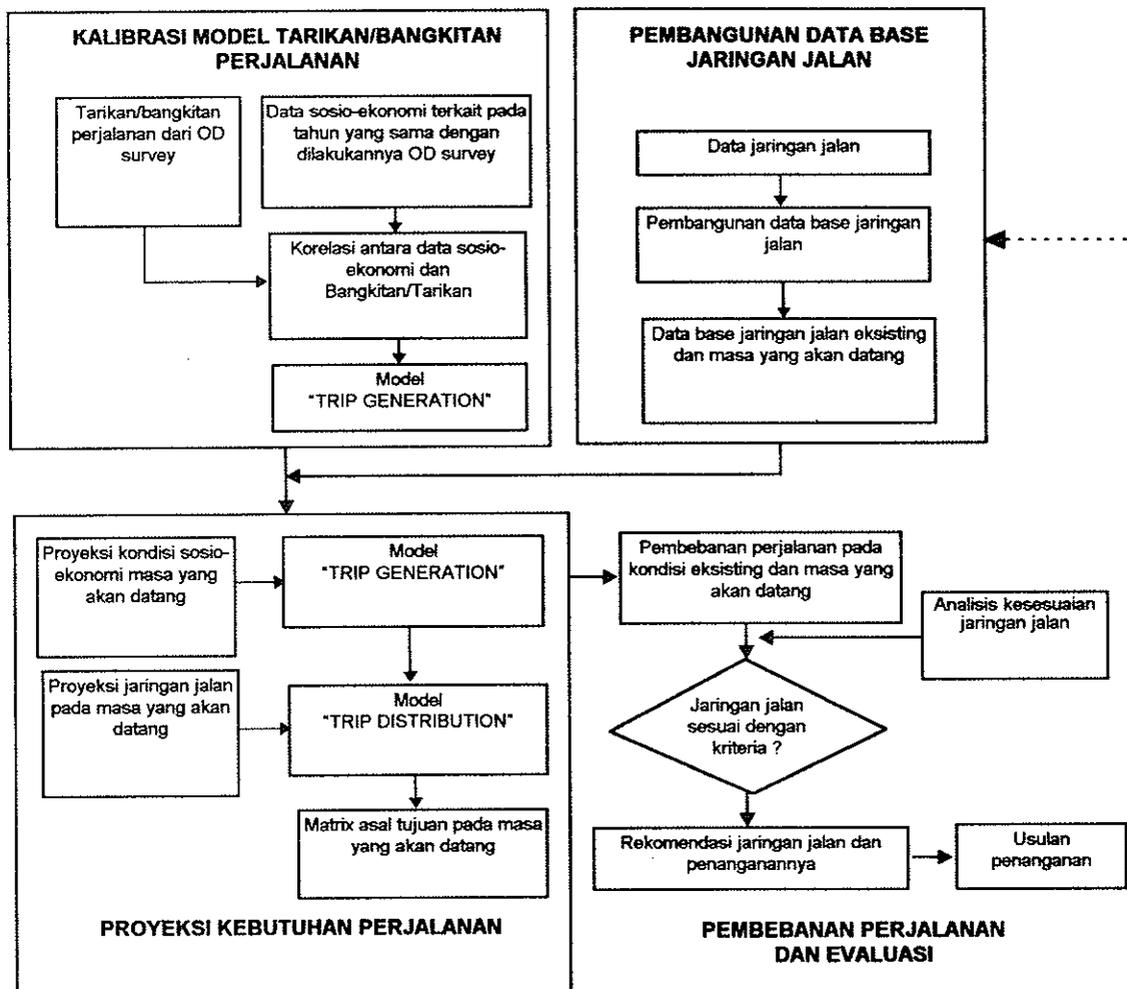
Analisis kebutuhan pergerakan sampai kepada kebutuhan jaringan jalan mengikuti diagram alir seperti pada gambar 4 yang sebenarnya merupakan penjabaran dari perencanaan transportasi empat tahap.

## 4.2. Sistem Zona

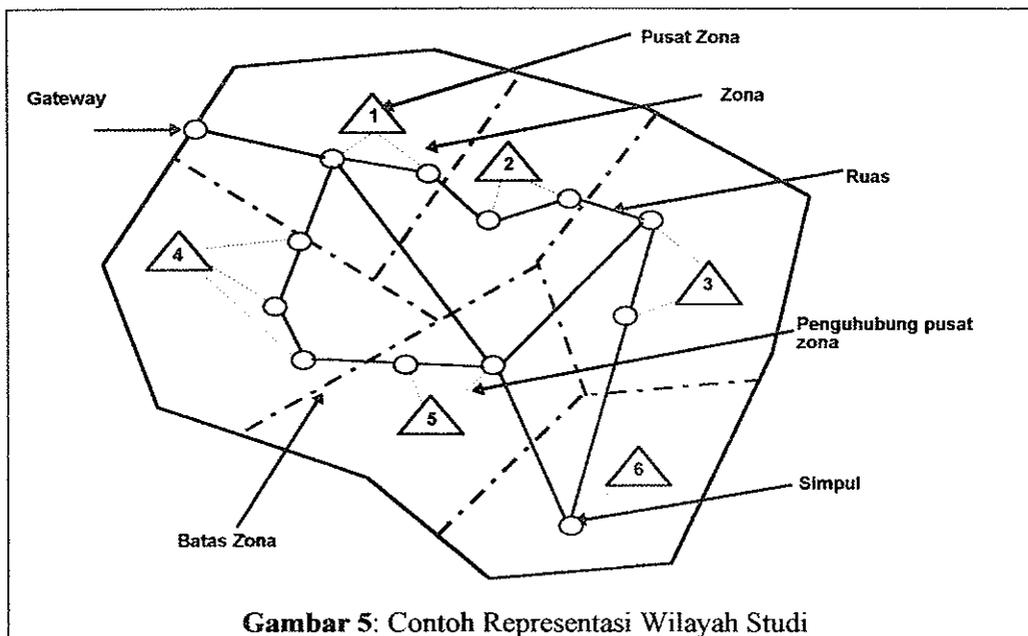
Sebelum masuk ke dalam proses perencanaan transportasi, wilayah studi perlu dinyatakan dalam zona yang lebih kecil yang merupakan penyederhanaan atau pemodelan dari wilayah studi. Selanjutnya, semua data yang berkaitan dengan bangkitan dan tarikan perjalanan didasarkan kepada sistem zona. Dalam proses pemodelan selanjutnya, sistem zona serta jaringan transportasi yang diperhitungkan dinyatakan dalam bentuk simbol seperti pada gambar 5.

Simbol-simbol dalam model sistem zona dan sistem jaringan dapat berupa representasi dari:

- batas zona (*cordon line*) yang dapat berupa batas administratif, batas alam (laut, sungai, hutan) maupun batas lainnya;
- pertemuan dua ruas jalan atau kota direpresentasikan dengan simpul;
- ruas jalan (*link*) dapat direpresentasikan dengan dua buah simpul di ujungnya;
- *centroid* (pusat zona) merupakan pusat zona dengan asumsi bahwa seluruh pergerakan dari/ke zona bersangkutan bergerak ke/dari titik tersebut;
- pelabuhan dan kota-kota yang berada pada batas wilayah studi dapat dijadikan *gateway*.



**Gambar 4:** Bagan Alir Analisis Kebutuhan Pergerakan  
Sumber: Tamin, 1997



**Gambar 5:** Contoh Representasi Wilayah Studi

### 4.3. Tahap Analisis Bangkitan/Tarikan Perjalanan (Kalibrasi Model Tarikan dan Bangkitan Perjalanan)

Untuk memprediksi besarnya tarikan serta bangkitan suatu daerah (zona) di masa mendatang, perlu digunakan suatu model yang didasarkan pada kondisi eksisting. Model bangkitan/tarikan dapat berupa model matematis **regresi multilinier** yang mengkorelasikan besarnya pergerakan asal dan tujuan dengan data sosio-ekonomi. Persamaan umumnya adalah sebagai berikut:

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n$$

dimana:

Y = peubah tak bebas

a = konstanta regresi (*intercept*)

$b_1, \dots, b_n$  = koefisien regresi parsial

$X_1, \dots, X_n$  = peubah bebas

Persamaan regresi dapat diperoleh melalui urutan langkah seperti pada **gambar 6**.

Umumnya kandidat peubah bebas adalah:

- Karakteristik pola kegiatan penduduk yang tercermin dalam bentuk penggunaan lahan
- Karakteristik demografi dan sosio-ekonomi penduduk.

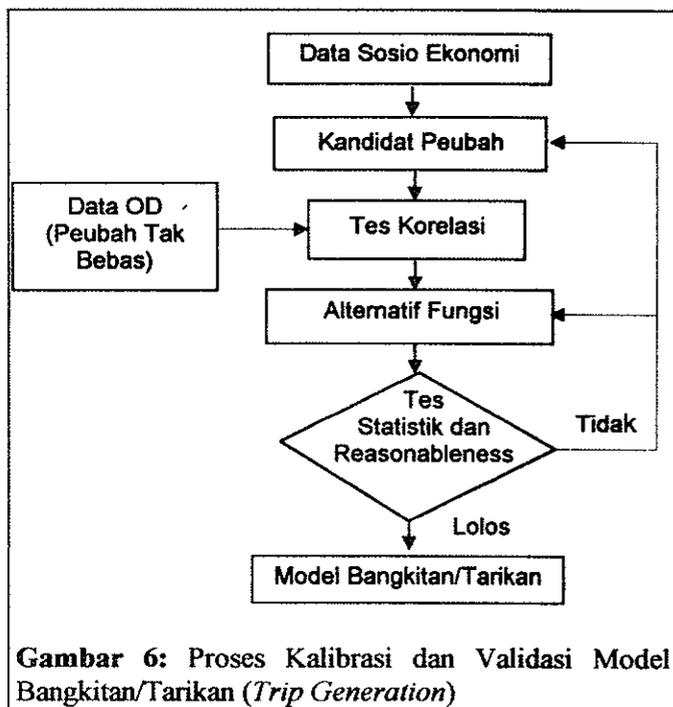
Selanjutnya, disusun matriks korelasi dari beberapa kandidat peubah bebas dimana akan diperoleh beberapa alternatif persamaan regresi. Beberapa kriteria yang harus dipenuhi oleh peubah bebas terpilih untuk alternatif persamaan regresi adalah:

- Memiliki korelasi linear dengan peubah tak bebas
- Memiliki korelasi statistik yang tinggi dengan peubah tak bebas
- Memiliki korelasi statistik yang rendah dengan peubah bebas lainnya
- Merupakan besaran yang relatif mudah untuk diproyeksikan

Parameter (koefisien dan konstanta regresi) dari setiap alternatif persamaan regresi kemudian ditentukan dan dilakukan proses validasi yang merupakan penilaian mengenai:

- Besarnya koefisien korelasi ( $R^2$ )
- Tanda (negatif atau positif) dari koefisien regresi parsial
- Signifikansi dari setiap koefisien regresi parsial
- Besarnya konstanta regresi

Persamaan regresi yang terpilih adalah persamaan yang memenuhi persyaratan di atas dan juga yang terbaik di antara alternatif lainnya.



#### 4.4. Model Sebaran Pergerakan (*Trip Distribution*)

Tujuan pemodelan sebaran pergerakan adalah mengkalibrasi persamaan yang akan menghasilkan seakurat mungkin hasil observasi lapangan dari pola pergerakan asal dan tujuan. Dengan kata lain tahap ini merupakan analisis penyebaran bangkitan/tarikan yang dimiliki oleh setiap zona sesuai dengan pola interaksi antar zona bersangkutan yang akan menghasilkan matriks asal tujuan. Terdapat dua jenis model utama yang sering digunakan dalam analisis sebaran pergerakan, yaitu:

##### a. Model Faktor Pertumbuhan (*Growth Factor*)

Model Faktor Pertumbuhan adalah model sebaran pergerakan yang paling sederhana yang menganggap sebaran pergerakan pada masa mendatang merupakan perkalian dari sebaran pada masa sekarang dengan faktor pertumbuhan (*growth factor*). Faktor pertumbuhan ( $E$ ) bisa didapat dengan cara yang sederhana atau dengan cara yang rumit. Terdapat 5 jenis model faktor pertumbuhan, yaitu: Model Seragam (*Uniform*),

Model Rata-Rata (*Average*), Model Fratar, Model Detroit, dan Model Furness.

##### b. Model Sintetis (*Gravity*)

Dikenal beberapa model sintetis seperti: model *intervening-opportunity* dan model *competing-opportunity*. Akan tetapi model yang paling sering digunakan adalah model *Gravity*. Model ini menggunakan konsep 'gravity' yang diperkenalkan oleh *Newton* pada tahun 1686 yang dikembangkan dari analogi hukum gravitasi. Terdapat 4 tipe utama dari model *Gravity*, yaitu: *unconstrained*, *production-constrained*, *attraction-constrained* dan *fully-constrained*.

#### 4.5. Tahap Analisis Pembebanan Kebutuhan Perjalanan

Pembebanan lalu lintas adalah proses dimana permintaan perjalanan (yang didapat dari tahap sebaran pergerakan) dibebankan ke rute jaringan jalan yang terdiri dari kumpulan ruas-ruas jalan. Tujuannya adalah untuk mendapatkan arus di ruas jalan dan/atau total biaya perjalanan di dalam jaringan yang ditinjau. Dibandingkan dengan tahap lainnya, dalam tahap ini terjadi interaksi langsung antara permintaan dan sediaan, yang hasilnya dapat dijadikan sebagai ukuran dalam penilaian kinerja (*performance*) jaringan jalan akibat adanya perubahan (skenario) permintaan dan/atau sediaan.

Secara umum, tahap ini menyangkut tiga komponen utama, yaitu:

1. Matriks Pergerakan (Kebutuhan Pergerakan) seperti yang telah dibahas pada sub-bab sebelumnya;
2. Jaringan (*Sediaan-Supply*);
3. Mekanisme Model Pembebanan (termasuk di dalamnya pemilihan rute)

Terdapat beberapa model pembebanan perjalanan. Pemilihan model biasanya didasarkan kepada karakteristik jaringan dan peri-

laku perjalanan atau pemilihan rute pemakai yang ditinjau. Secara umum, untuk jaringan jalan kota dengan tingkat kemacetan tertentu, model pembebanan keseimbangan (*Equilibrium*) *Wardrop* biasanya dianggap sesuai. Sedangkan untuk jaringan antar kota yang kemungkinan tingkat kemacetannya relatif lebih rendah, pada umumnya model *Stochastic User Equilibrium* lebih menggambarkan perilaku pemilihan rute pemakai jalan, namun tidak menutup kemungkinan dipilihnya model lain sesuai dengan penilaian perilaku atau asumsi yang diambil.

## V. STUDI KASUS: PROPINSI JAWA TIMUR

### 5.1. Umum

Luas wilayah propinsi Jawa Timur adalah 47.921 km<sup>2</sup> yang dibagi ke dalam 37 Daerah Tingkat II -- 29 Daerah Tingkat II Kabupaten, dan 8 Daerah Tingkat II Kotamadya. Propinsi Jawa Timur merupakan propinsi yang cukup besar dengan penduduk yang cukup padat dan mempunyai pertumbuhan ekonomi pada sektor yang dapat dikatakan mewakili (pertanian, industri, pertambangan, pariwisata dan jasa). Propinsi ini juga menjadi cukup dominan karena merupakan salah satu pintu menuju Indonesia bagian timur. Oleh karena itu Propinsi Jawa Timur mempunyai posisi yang penting dalam konteks nasional sebagai pendukung utama ibukota negara.

### 5.2. Sistem Zona

Untuk tinjauan propinsi Jawa Timur, sistem zona didasarkan kepada pembagian wilayah administrasi, sehingga pemodelan wilayah studinya adalah sebagai berikut:

- batas kabupaten/kodya dijadikan batas zona (*cordon line*)
- ruas jalan arteri/kolektor dijadikan *link*
- pertemuan ruas jalan arteri/kolektor (kebanyakan kota) dijadikan simpul
- ibukota kabupaten/kotamadya dijadikan pusat zona (*centroid*)
- pelabuhan dan kota di perbatasan propinsi dijadikan *gateway*

Dilakukan juga penggabungan beberapa zona dasar (antara kabupaten/kotamadya) dengan pertimbangan selain menyederhanakan pemodelan yang akan dilakukan, juga dapat dikatakan bahwa pergerakan dari/ke kabupaten seringkali melalui kotamadya bersangkutan. Sistem zona untuk pemodelan ini secara umum dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

1. **Zona Internal** (termasuk dalam wilayah studi, dalam hal ini Jawa Timur) dengan menggabungkan beberapa kabupaten/ kotamadya, maka terdapat 25 zona internal.

2. **Zona Eksternal** (di luar wilayah studi) dengan mendasarkan pembagian zona eksternal kepada jalan masuk ke propinsi Jawa Timur, maka dapat dibuat 5 zona eksternal, yaitu:

*Zona Eksternal 1:*

zona ini meliputi Sumatera, DKI Jakarta, Jawa Barat bagian Utara dan Jawa Tengah bagian Utara yang diasumsikan menggunakan jalan masuk ke Jawa Timur melalui jalan darat Jalur Utara Pulau Jawa

*Zona Eksternal 2:*

zona ini meliputi Jawa Barat bagian Selatan, Jawa Tengah bagian Selatan dan Yogyakarta yang diasumsikan menggunakan jalan masuk ke Jawa Timur melalui jalan darat Jalur Selatan Pulau Jawa

*Zona Eksternal 3:*

meliputi Jawa Tengah bagian Tengah yang diasumsikan menggunakan jalan masuk ke Jawa Timur melalui jalan darat Jalur Tengah Pulau Jawa

*Zona Eksternal 4:*

meliputi Pulau Madura yang masuk ke Jawa Timur melalui Surabaya

*Zona Eksternal 5:*

meliputi Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur dan Timor Timur yang masuk ke Jawa Timur melalui selat Bali (Banyuwangi).

Sistem zona untuk pemodelan pergerakan di Propinsi Jawa Timur ini dapat dilihat pada **gambar 7**.

### 5.3. Kalibrasi Model Tarikan dan Bangkitan Perjalanan

Berdasarkan data yang tersedia, persamaan regresi dicoba dengan menggunakan beberapa peubah sebagai berikut:

#### A. Peubah Tak Bebas

Sebagai peubah tak bebas adalah data *trip ends* (bangkitan/tarikan) yang diturunkan dari data matriks O-D nasional tahun 1991. Data tersebut dapat diekstraksi menjadi dua macam pergerakan, yaitu:

- pergerakan antara zona internal
- pergerakan zona eksternal-zona internal

#### B. Peubah Bebas

Kandidat peubah bebas yang memungkinkan diantaranya adalah:

##### 1. Data Populasi

Yaitu jumlah penduduk setiap zona (kabupaten/kotamadya). Data penduduk yang digunakan adalah data penduduk per zona pada tahun yang sama dengan tahun dilakukannya survei OD (1991).

##### 2. Data Sosio-Ekonomi

Dalam hal ini data yang tersedia adalah besarnya Pendapatan Daerah Regional Bruto per kapita. Data yang diambil adalah PDRB per kapita pada tahun 1991 berdasarkan harga konstan tahun 1983.

### 3. Data Sektoral

Data ini merupakan besaran yang dianggap dapat menggambarkan kondisi setiap sektor di setiap zona. Sektor/sub sektor utama yang akan diperhitungkan adalah:

#### - Pertanian dan Perkebunan

Jumlah produksi pertanian serta perkebunan (ton/tahun), termasuk hasil hutan dan perikanan

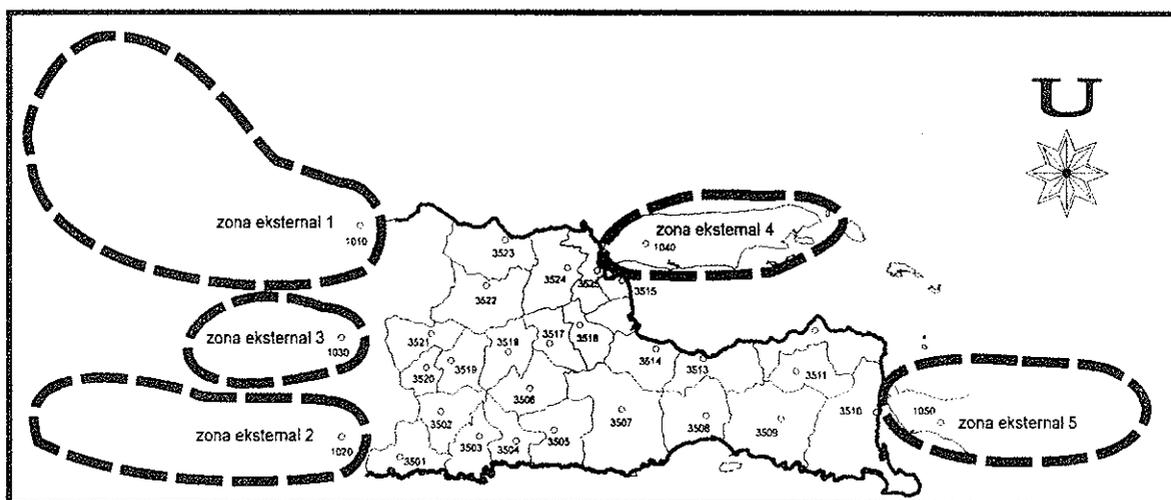
#### - Industri

Yang akan dipergunakan adalah indeks sumbangan industri kepada PDRB.

#### - Pariwisata

Yang akan digunakan adalah kondisi akomodasi daerah yaitu jumlah kamar hotel, baik hotel bintang maupun hotel melati.

Dari ketiga kelompok data tersebut beserta variasinya dapat diperoleh 13 macam kandidat peubah bebas, yaitu jumlah penduduk, PDRB total, PDRB per kapita, sumbangan industri pada PDRB, persentase sumbangan industri pada PDRB, jumlah kamar hotel berbintang, jumlah kamar hotel melati, jumlah kamar hotel total, jumlah produksi tanaman pangan, sayuran, buah-buahan, perkebunan dan perikanan.



Gambar 7: Sistem Zona Jawa Timur

Matriks korelasi antara peubah tak bebas (bangkitan/tarikan) yang dihasilkan menunjukkan bahwa kandidat peubah bebas yang memiliki korelasi tinggi dengan peubah tidak bebasnya adalah jumlah penduduk, PDRB total, sumbangan industri pada PDRB dan jumlah kamar hotel. Sementara itu, korelasi negatif dimiliki oleh tanaman pangan dan perkebunan. Korelasi negatif memiliki implikasi bahwa semakin meningkatnya nilai peubah bebas menghasilkan penurunan nilai peubah tak bebasnya.

Dari matriks korelasi tersebut dipilih beberapa variasi pasangan peubah bebas yang kemudian diregresi agar diperoleh beberapa alternatif persamaan. Berdasarkan hasil validasi alternatif persamaan yang ada, dipilih fungsi regresi multilinear model bangkitan/tarikan perjalanan kendaraan di Jawa Timur sebagai berikut:

$$O_i = -480.80522 + 0.00002 X_1 + 0.00044 X_2 + 200.20495 X_3 + 1.40307 X_4$$

$$R^2 = 0.693$$

$$D_d = -1372.86330 + 0.84438 X_1 + 0.91196 X_2 + 192.59237 X_3 + 1.28305 X_4$$

$$R^2 = 0.751$$

dengan:

- $X_1$  : Penduduk
- $X_2$  : PDRB/Kapita
- $X_3$  : Persentase industri pada PDRB
- $X_4$  : Jumlah kamar hotel total

Dengan menggunakan fungsi di atas maka akan diperoleh besarnya bangkitan/tarikan setiap zona pada masa mendatang dengan memproyeksikan peubah bebas yang terkait berdasarkan pola yang dituju/diinginkan oleh setiap daerah.

#### 5.4. Tahap Analisis Sebaran Pergerakan

Pemilihan model didasarkan kepada 'sifat' pergerakan yang ditinjau, tingkat analisis serta asumsi yang diambil. Untuk pergerakan antar kota dalam studi ini, dapat dikatakan bahwa pola pergerakan antar kota

lebih banyak dipengaruhi oleh *attractiveness* (daya tarik) setiap zona dibandingkan *traffic impedance* (hambatan transportasi), sehingga dapat diasumsikan bahwa pola pergerakan tidak mengalami banyak perubahan. Berdasarkan alasan tersebut, maka model sebaran pergerakan yang terpilih adalah model *Furness* dengan pola sebaran yang diturunkan dari hasil OD Survey Nasional 1991 seperti pada gambar 8.

#### 5.5. Tahap Analisis Pembebanan Kebutuhan Pergerakan

Terdapat banyak perangkat lunak yang dapat melakukan proses pembebanan antara lain: MOTORS, SATURN, TRANPLAN, TransCad, TRIP dan EMME/2. Dalam penelitian ini proses pembebanan menggunakan bantuan paket program MOTORS. Sebab itu masukan berupa matriks pergerakan serta jaringan jalan harus dibentuk dalam format yang disyaratkan oleh program tersebut.

##### a. Pembentukan Matriks Kebutuhan Pergerakan

Dari hasil tahap peramalan bangkitan/tarikan (*trip generation*) yang kemudian disebarikan (dalam tahap sebaran pergerakan) akan diperoleh matriks OD.

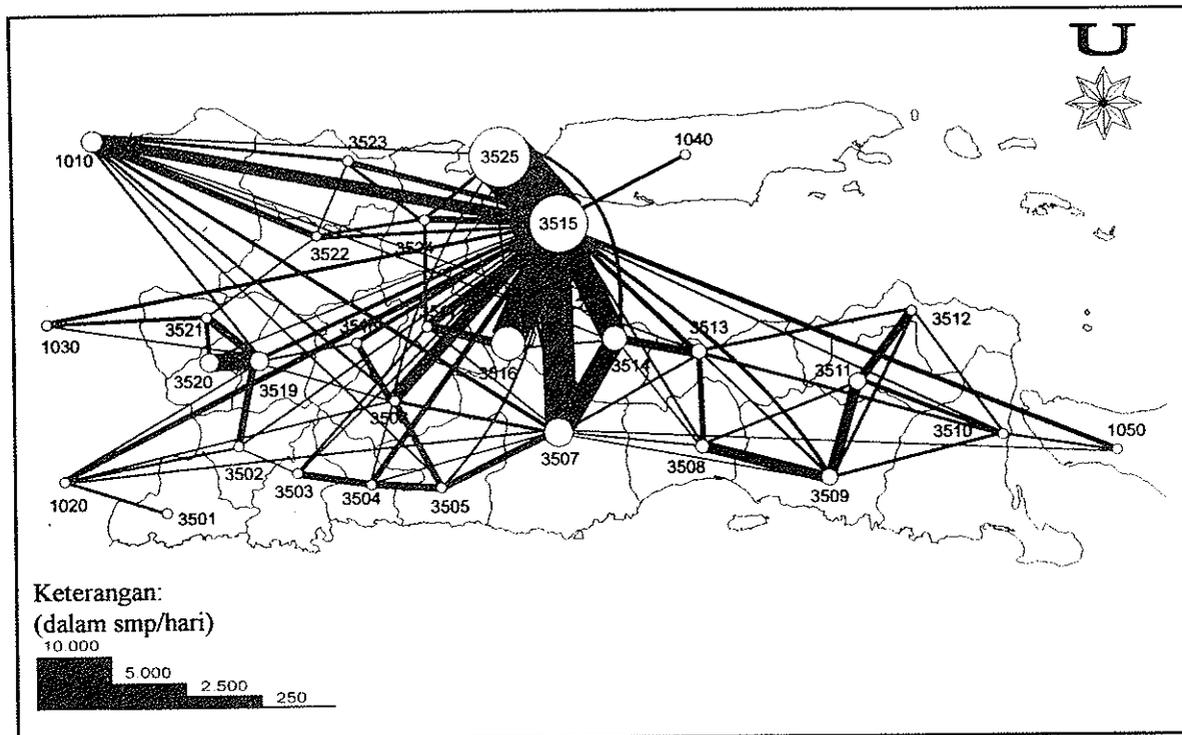
##### b. Pembentukan Data Base Jaringan

Data base jaringan berupa pemodelan jaringan kemudian disusun sesuai format yang disyaratkan. Pemodelan jaringan jalan untuk propinsi Jawa Timur dapat dilihat pada gambar 9.

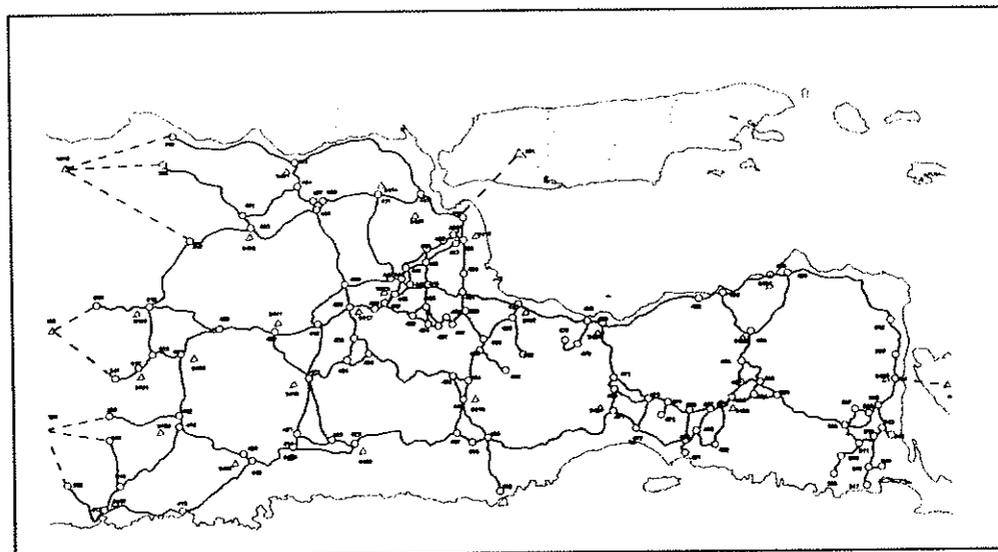
Data yang diperlukan adalah:

- Data simpul, berupa nomor kode dan jenis simpul (*Centroid/Node*);
- Data ruas (yang menghubungkan dua simpul), berupa panjang, kecepatan arus bebas (*free flow speed*), kapasitas, kode jenis ruas, tarif dan arah.

Data base jaringan jalan propinsi Jawa Timur untuk penelitian ini terdiri dari 170 simpul dan 454 ruas.



**Gambar 8:** Garis Keinginan di Wilayah Jawa Timur (tahun 1991 hasil OD Survey Nasional)



**Gambar 9:** Model Jaringan Jalan Propinsi Jawa Timur

### 5.5.3 Mekanisme Pembebanan

Pembebanan dilakukan untuk setiap tahun target dengan mendasarkan kepada dua kondisi, yaitu:

1. **Kondisi Tanpa Penanganan** (jaringan tidak berubah), digunakan jaringan tahun 1994 dengan pembebanan matriks

tahun target. Dari hasil pembebanan pada kondisi ini dapat dilihat seberapa jauh penurunan kinerja jaringan jalan bila tidak dilakukan penanganan, sebagai bahan pembandingan dengan dilakukan penanganan. Salah satu contoh hasil pembebanan tanpa penanganan untuk tahun 2015 berupa kebutuhan volume (*demand volume*) per kapasitas

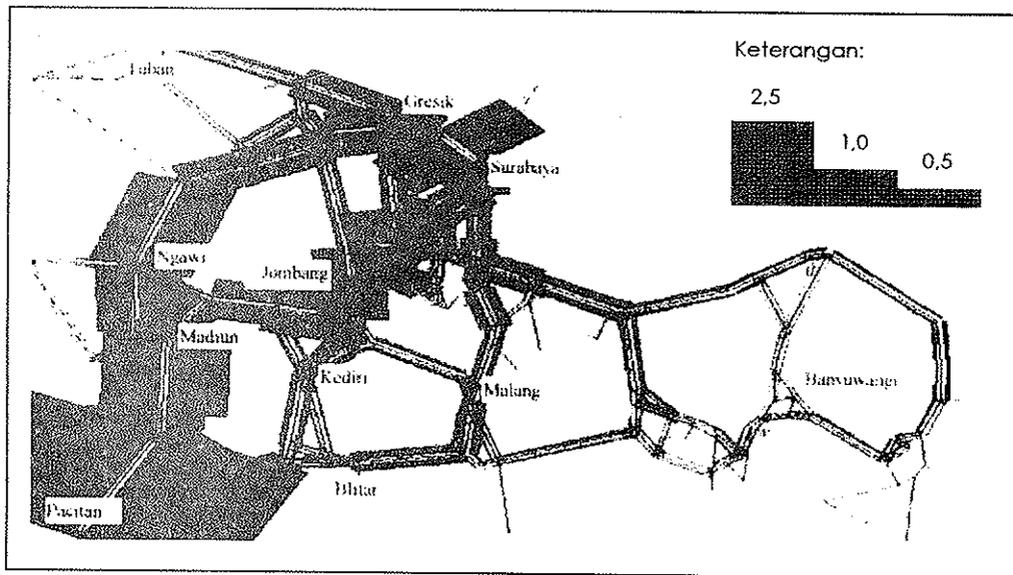
(VCR) setiap ruas jalan dapat dilihat pada gambar 10.

2. **Kondisi Dengan Penanganan**, yaitu dengan melakukan penilaian kebutuhan penanganan dari hasil pembebanan tanpa penanganan. Kemudian data jaringan diperbaharui sesuai dengan kebutuhan penanganan yang diambil. Setelah itu pembebanan dilakukan kembali berdasarkan data jaringan yang terbaru. Kebutuhan volume (*demand volume*) per kapasitas (VCR) setiap ruas jalan untuk

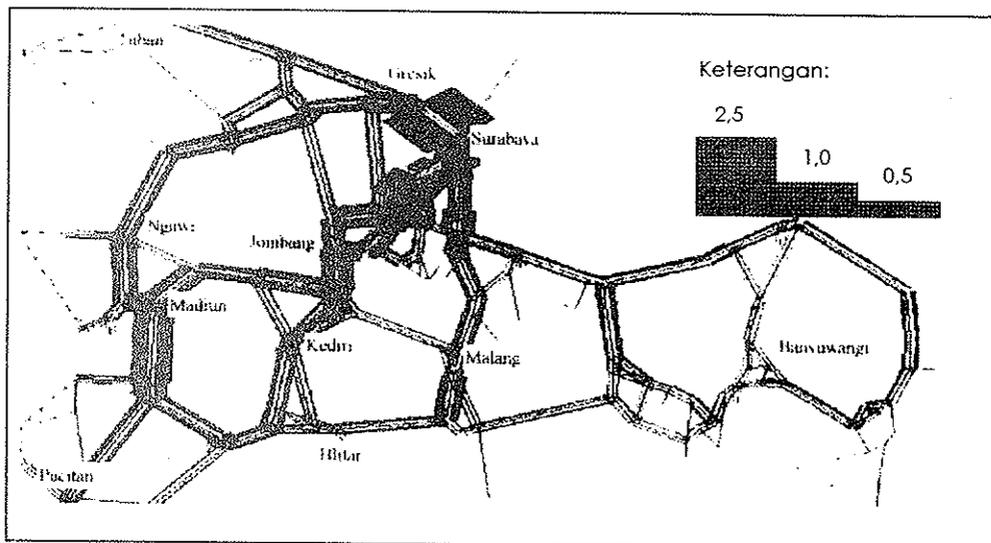
tahun 2015 dengan penanganan dapat dilihat pada **gambar 11**. Penanganan di sini dibatasi hanya berupa pelebaran jalan sampai lebar yang memungkinkan.

### 5.6. Evaluasi Hasil Pembebanan

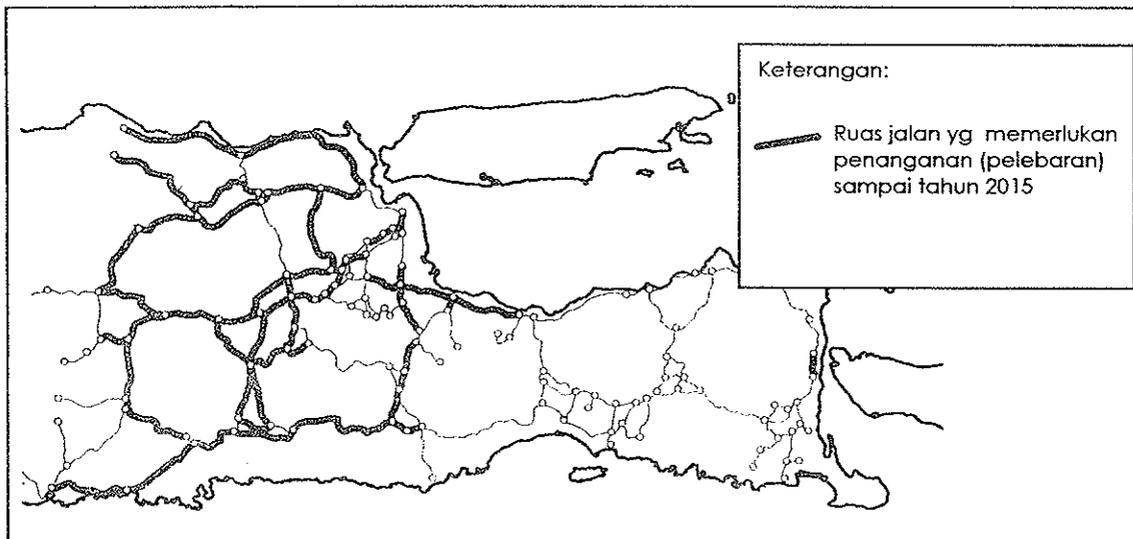
Dari hasil pembebanan diperoleh kinerja jaringan jalan, diantaranya: VCR, kepadatan, kecepatan tempuh rata-rata dan total biaya perjalanan. Kinerja jaringan tersebut da-



**Gambar 10:** VCR Jawa Timur Tahun 2015 tanpa Penanganan Jaringan Jalan



**Gambar 11:** VCR Jawa Timur Tahun 2015 dengan Penanganan Jaringan Jalan



**Gambar 12:** Kebutuhan Penanganan Jaringan Jalan di Jawa Timur Sampai tahun 2015

pat dijadikan parameter untuk menilai berapa 'baik' jaringan yang ditinjau serta dampak yang akan terjadi terhadap rencana penanganan jaringan. Sehingga dapat diperkirakan kebutuhan akan penanganan jaringan, seperti contoh: kasus Jawa Timur yang dapat dilihat pada gambar 12.

Terlihat pada Gambar 12 bahwa pada tahun 2015 sebagian besar dari sistem jaringan jalan yang ada sudah sangat membutuhkan peningkatan kapasitas berbentuk pelebaran jalan yang berarti membutuhkan dana yang besar. Hal ini akan semakin parah pada tahun 2030 dimana hampir seluruh jaringan primer (arteri dan kolektor) di propinsi Jawa Timur membutuhkan pelebaran jalan. Untuk mengantisipasi ini, sudah saatnya pemerintah pusat maupun daerah mulai memberikan perhatian pada sistem jaringan transportasi berbasis jalan rel yang diharapkan nantinya akan menunjang keterbatasan kapasitas pada sistem jaringan transportasi berbasis jalan raya.

## VI. KESIMPULAN

1. Perencanaan transportasi yang mengikutsertakan potensi wilayah/tata guna lahan dalam perhitungannya merupakan metoda yang lebih cocok terutama untuk perencanaan strategis yang harus mengevaluasi suatu rencana jaringan yang

diperkirakan memiliki dampak luas terhadap perilaku pemilihan rute di dalam jaringan dan seringkali bersifat perencanaan jangka panjang. Apalagi bagi daerah yang belum/kurang berkembang, dimana metoda perencanaan transportasi yang didasarkan kepada trend lalu lintas akan memberikan hasil yang kurang baik atau bahkan tidak mungkin dilakukan.

2. Dalam perencanaan transportasi yang bersifat strategis jangka panjang, biasanya tingkat kerincian atau agregasi jaringan direpresentasikan sebagai jaringan regional antar kota yang dapat meliputi ratusan maupun ribuan simpul dan ruas. Dalam tingkat perencanaan ini, perilaku lalu lintas yang ditinjau hanyalah pada ruas-ruas utama saja (*macro behaviour*).
3. Kebutuhan pergerakan memiliki korelasi yang cukup baik dengan karakteristik kegiatan utama (sektoral) pada wilayah bersangkutan, karakteristik demografi dan sosio-ekonomi penduduk. Hal ini dapat dilihat seperti yang diperoleh pada propinsi Jawa Timur, yang model bangkitan/tarikannya memberikan nilai koefisien determinasi yang berkisar antara 0,6 sampai 0,7.

4. Diramalkan pada tahun 2030 nanti dibutuhkan dana yang sangat besar untuk melebarkan jaringan jalan (peningkatan kapasitas) guna mengantisipasi kebutuhan pergerakan yang ada, karena hampir seluruh sistem jaringan primer (arteri dan kolektor) membutuhkan pelebaran jalan. Sudah saatnya kebutuhan pergerakan diantisipasi bukan hanya dengan sistem jaringan transportasi berbasis jalan raya tetapi juga harus dibantu dengan sistem jaringan transportasi berbasis jalan rel.

#### REFERENSI

- Institute of Transportation Engineers (1992) *Transportation Planning Handbook*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Kanafani, A. (1983) *Transportation Demand Analysis*, Mc Graw-Hill, New York.
- Lee, C. (1973) *Models in Planning*, Department of Town and Country Planning, University of Newcastle, Pergamon Press.
- Ortuzar, J .D and Willumsen, L.G. (1990) *Modelling Transport*, John Willey & Sons, Cichester.
- Papacostas, C.S. and Prevedouros, P.D. (1993) *Transportation Engineering and Planning*, Second Edition, Prentice Hall.
- Tamin, O.Z. (1997) *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Penerbit ITB.
- Thagesen, B. (1996) *Highway and Traffic Engineering in Developing Countries*, Technical University of Denmark, E&FN.