

PENERAPAN KONSEP INTERAKSI TATA GUNA LAHAN-SISTEM TRANSPORTASI DALAM PERENCANAAN SISTEM JARINGAN TRANSPORTASI¹

**Dr. Ir. Ofyar Z Tamin, MSc²
Ir. Russ Bona Frazila³**

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 such 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 accomodate 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 accomodated 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.

ABSTRAK

Adanya interaksi yang kuat antara tata guna lahan dengan sistem transportasi sudah banyak diketahui oleh para perencana transportasi. Akan tetapi, konsep ini sangat jarang digunakan dalam perencanaan sistem jaringan transportasi. Kinerja yang sering dipakai adalah 'trend' pertumbuhan arus lalu lintas pada ruas jalan yang sebenarnya tidak/kurang tepat digunakan sebagai patokan dalam menentukan kebijakan pengembangan sistem jaringan transportasi. Hal ini akan merupakan suatu tindakan yang 'keliru' dalam menentukan kebijakan pengembangan sistem jaringan transportasi. Pada dasarnya, konsep interaksi ini menggabungkan kebijakan pengembangan wilayah yang tertuang dalam Rencana Tata Ruang Wilayah RTRW (tingkat nasional, propinsi, kabupaten/kotamadya) dengan sistem jaringan transportasi yang akan mengakomodir pergerakan yang ditimbulkan oleh kegiatan tata guna lahan tersebut. Sebenarnya, tata guna lahan mempunyai hubungan kausal (timbal balik) dengan sistem jaringan transportasi (jalan raya, jalan rel, dan lainnya). Suatu model kuantitatif telah dikembangkan yang mengaitkan adanya interaksi antara RTRW dengan sistem jaringan transportasi (khususnya jalan raya) sehingga kebijakan pengembangan sistem jaringan transportasi sesungguhnya telah mengantisipasi dan mengakomodir adanya perubahan akibat pengembangan wilayah. Model kuantitatif dapat digunakan untuk skala perencanaan yang berbeda misalnya skala tata ruang dapat berupa skala nasional, regional/pulau, propinsi, kabupaten/kotamadya dan kawasan sedangkan sistem jaringan jalan dapat berupa jalan arteri, kolektor, lokal (baik primer maupun sekunder). Makalah ini akan menjabarkan secara jelas konsep interaksi tersebut dalam bentuk suatu model kuantitatif dan memberikan hasil penerapan model pada rencana pengembangan sistem jaringan transportasi (jalan) dengan kasus di propinsi Jawa Timur.

¹ dipublikasikan pada Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota, Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota ITB, Vol 8, No 3, hal 34–52, Juli 1997, ISSN: 0853–9847.

² Ketua Kelompok Bidang Keahlian Rekayasa Transportasi dan staff pengajar, Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung dan Wakil Ketua Program Magister Transportasi, ITB.

³ Staff Pengajar, Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung.

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, karena dengan memadai maka kegiatan ekonomi akan dapat bertumbuh kembang sesuai dengan yang diharapkan. Sistem transportasi mana 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 membuat 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 terutama jika permintaan akan jasa transportasi sudah melampaui kapasitas sistem yang ada.

II. SISTEM TRANSPORTASI MAKRO

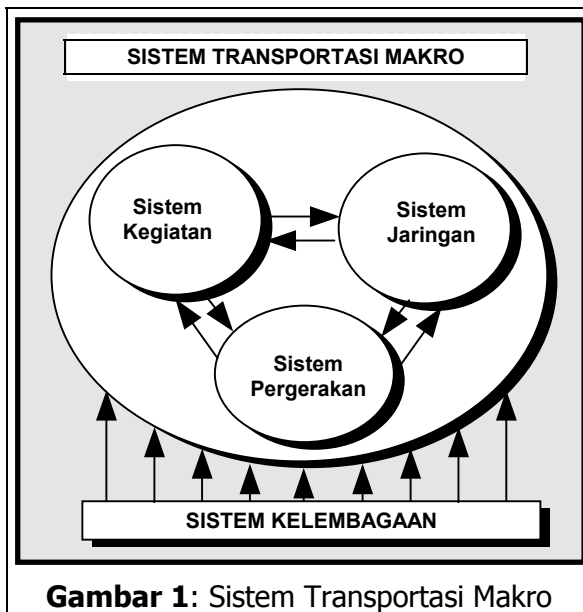
Untuk mendapatkan pengertian yang lebih mendalam maka perlu dilakukan suatu pendekatan secara sistem dimana sistem transportasi (makro) sebenarnya terdiri dari beberapa sistem transportasi mikro yang saling terkait dan saling mempengaruhi seperti terlihat pada **gambar 1**. Sistem mikro tersebut adalah:

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

Sistem Kegiatan mempunyai tipe kegiatan tertentu yang akan 'membangkitkan' pergerakan (*generation*) dan akan 'menarik' pergerakan (*attraction*). Sistem tersebut merupakan sistem pola kegiatan tata guna tanah berupa kegiatan sosial, ekonomi, kebudayaan, dan lain-lain. Kegiatan yang timbul dalam sistem ini membutuhkan adanya

pergerakan sebagai alat pemenuhan kebutuhan yang perlu dilakukan setiap harinya. Besarnya pergerakan yang ditimbulkan tersebut sangat berkaitan erat dengan jenis/tipe dan intensitas kegiatan yang dilakukan.

Pergerakan tersebut baik berupa pergerakan manusia dan/atau barang jelas membutuhkan suatu moda transportasi (sarana) dan media (prasarana) tempat moda transportasi tersebut dapat bergerak. Prasarana transportasi yang diperlukan tersebut dikenal dengan Sistem Jaringan yang meliputi jaringan jalan raya, terminal bus, bandara dan pelabuhan sungai/laut.



Gambar 1: Sistem Transportasi Makro

Interaksi antara Sistem Kegiatan dan Sistem Jaringan ini akan menghasilkan suatu pergerakan manusia dan/atau barang dalam bentuk pergerakan kendaraan. Suatu Sistem Pergerakan yang aman, cepat, nyaman, murah dan sesuai dengan lingkungannya akan dapat tercipta jika pergerakan tersebut diatur oleh suatu sistem rekayasa dan manajemen lalu lintas yang baik. Sistem Kegiatan, Sistem Jaringan, dan Sistem Pergerakan akan saling mempengaruhi satu dengan lainnya seperti terlihat pada **gambar 1**.

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 mengakomodir 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.

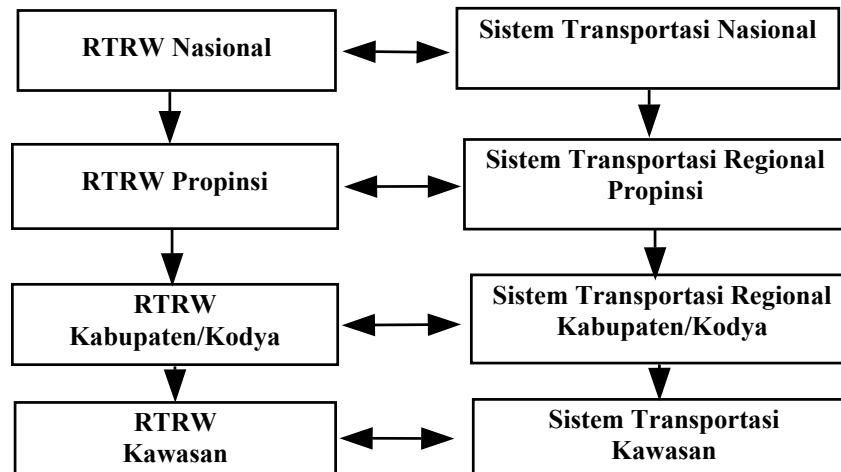
Untuk menjamin terwujudnya suatu sistem pergerakan yang aman, nyaman, lancar, murah dan sesuai dengan lingkungannya, terdapat Sistem Kelembagaan yang terdiri beberapa individu, kelompok, lembaga, instansi pemerintah serta swasta yang terlibat dalam masing-masing sistem mikro tersebut. Di Indonesia sistem kelembagaan (instansi) yang berkaitan dengan masalah transportasi adalah:

- **Sistem Kegiatan:**
BAPPENAS, BAPPEDA, BANGDA, PEMDA
- **Sistem Jaringan:**
Departemen Perhubungan (Darat, Laut, Udara), Bina Marga
- **Sistem Pergerakan:**
DLLAJ, Organda, Polantas, masyarakat

Bappenas, Bappeda, Pemda, Bangda 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, Dephub, 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. Sehingga 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**.



Gambar 2: Keterkaitan RTRW dan Sistem Jaringan Transportasi Pada Berbagai tingkat

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 seperti misalnya: kawasan pariwisata, pertanian pangan dan perkebunan, industri, pertambangan serta pertahanan keamanan atau perbatasan. Tidak dapat disangkal lagi bahwa peran dan fungsi Sistem Transportasi Nasional (Sistranas) sangatlah dibutuhkan untuk mengakomodir pergerakan yang dihasilkan oleh interaksi antar kegiatan yang ada. Perumusan Sistranas harus memperlihatkan keterkaitan antar moda secara terpadu untuk meningkatkan keterkaitan wilayah pada skala nasional.

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. Pembangunan daerah pada dasarnya merupakan bagian integral dari pembangunan nasional dimana pembangunan daerah merupakan upaya pencapaian sasaran nasional di daerah sesuai masalah, potensi, aspirasi dan prioritas masyarakat daerah.

Sebaliknya keseluruhan pembangunan di daerah merupakan satu kesatuan pembangunan nasional, dengan demikian keduanya harus dilaksanakan secara serasi serta diarahkan agar dapat berlangsung secara berdaya guna dan berhasil guna di seluruh tingkat administrasi daerah. Dalam kaitannya dengan sistem transportasi regional, perencanaan sistem transportasi diarahkan dalam rangka mendukung RTRWP. Oleh karena itu, dalam mengkaji sistem transportasi regional diperlukan analisis potensi wilayah, yang meliputi:

kawasan industri, pertanian dan perkebunan, kehutanan, perikanan, pertambangan, sumber daya mineral, pariwisata, dan perdagangan.

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 sepotong tanah (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.

Hal ini akan menyebabkan timbulnya pergerakan arus manusia, kendaraan dan barang. Pergerakan arus manusia, kendaraan dan barang akan mengakibatkan berbagai macam interaksi, misal: interaksi antara kota sebagai pasar dengan daerah industri, kota sebagai konsumen hasil pertanian dengan daerah pertanian, kota dengan daerah pariwisata dan antara pabrik dengan lokasi bahan mentah dan pasar.

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.

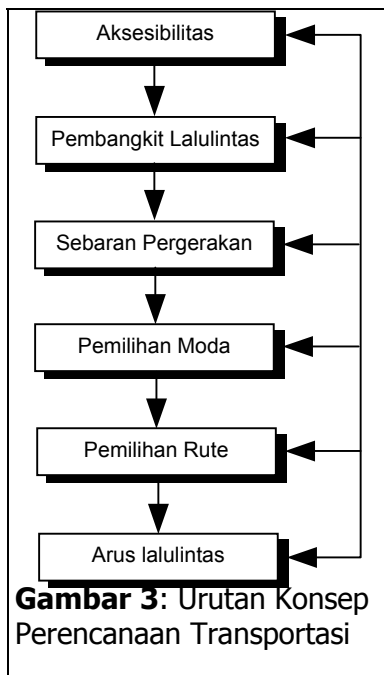
Sasaran umum dari perencanaan transportasi adalah membuat interaksi menjadi semudah dan seefisien mungkin. Sebaran geografis antara tata guna tanah (sistem kegiatan) serta kapasitas dan lokasi dari fasilitas transportasi (sistem jaringan) digabung bersama untuk mendapatkan volume dan pola lalu lintas (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 bersifat lebih abstrak jika dibandingkan dengan 5 konsep berikut. Konsep ini dapat digunakan untuk mengalokasikan problem yang terdapat dalam sistem transportasi dan mengevaluasi solusi-solusi alternatif.
- b. **Pembangkit Lalu lintas:** bagaimana perjalanan dapat dibangkitkan oleh tata guna tanah.
- c. **Sebaran Pergerakan:** bagaimana perjalanan tersebut disebarakan 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. Hal ini diperuntukkan khusus untuk kendaraan pribadi.
- f. **Hubungan antara Waktu, Kapasitas dan Arus Lalulintas:** waktu tempuh perjalanan akan sangat dipengaruhi oleh kapasitas ruas jalan yang ada dan jumlah arus lalulintas 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. Unsur pembentuk sistem

perwilayahan ini dapat berupa indikator ruang seperti sistem perhubungan laut, udara, dan darat serta indikator non-ruang seperti kegiatan pertanian, kehutanan, peternakan, perikanan, pertambangan, mineral dan pariwisata. 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. Kota ini selanjutnya diidentifikasi atas kota besar, sedang, dan kecil. Oleh karena itu, sangat sulit mengidentifikasi kriteria ukuran kota. Identifikasi kota dapat dilakukan berdasarkan ukuran relatif untuk lingkup sistem perwilayahan tertentu. Oleh sebab itu, dalam suatu sistem perwilayahan akan ditentukan hirarki pusat pengumpul berdasarkan tiga hierarki pelayanan berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional (RTRWN) yaitu: Pusat Kegiatan Nasional (PKN), Pusat Kegiatan Wilayah (PKW) dan Pusat Kegiatan Lokal (PKL).

b. Identifikasi dan proyeksi potensi daerah

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

berupa potensi kekayaan sumber daya alam dan manusia yang dapat dikelompokkan tergantung tujuannya seperti: potensi sosial, ekonomi, politik dan budaya. Pengelompokan potensi daerah dibagi atas kegiatan sektoral yang secara rinci dapat dibagi atas potensi pertanian, peternakan, perikanan, kehutanan, perindustrian, pertambangan dan mineral serta pariwisata. Walaupun 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 pedataan 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 bagaimana 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. Pola pergerakan dapat juga mengidentifikasi besar kecilnya pola keterkaitan antar satu daerah dan daerah lainnya. Arus pergerakan yang timbul selalu dipergunakan sebagai indikator untuk menunjukkan bagaimana pola keterkaitan suatu daerah dengan daerah lain. Di samping itu pola pergerakan ini juga menunjukkan adanya pola keterkaitan antar suatu kota dengan kota lainnya.

Dengan mengetahui pola pergerakan ini juga dapat diketahui pola pertumbuhan sistem kota yang ada. Pola pergerakan yang besar sering menjadi indikator baik tidaknya kegiatan yang terjadi pada titik yang dihubungkannya serta menunjukkan besar kecilnya pola pertumbuhan titik kota yang diwakilkannya. Upaya mengetahui pola interaksi antar daerah merupakan upaya mengetahui pola perhubungan antar daerah dengan daerah lain. Besar kecilnya interaksi ditunjukkan oleh besar kecilnya pola perhubungan antar daerah.

Di samping itu mengetahui pola perhubungan bermanfaat mewujudkan pemerataan pembangunan di suatu daerah, karena dari pengetahuan pola perhubungan ini, selanjutnya memberikan rekomendasi pengembangan sistem transportasi berupa pembangunan, perbaikan, dan peningkatan peranan prasarana transportasi berupa pembangunan, perbaikan dan peningkatan prasarana dan sarana jaringan jalan. Pengembangan sistem transportasi melalui pembangunan jaringan jalan pada dasarnya sangat erat kaitannya dengan peningkatan pembangunan.

e. Peramalan kebutuhan pergerakan

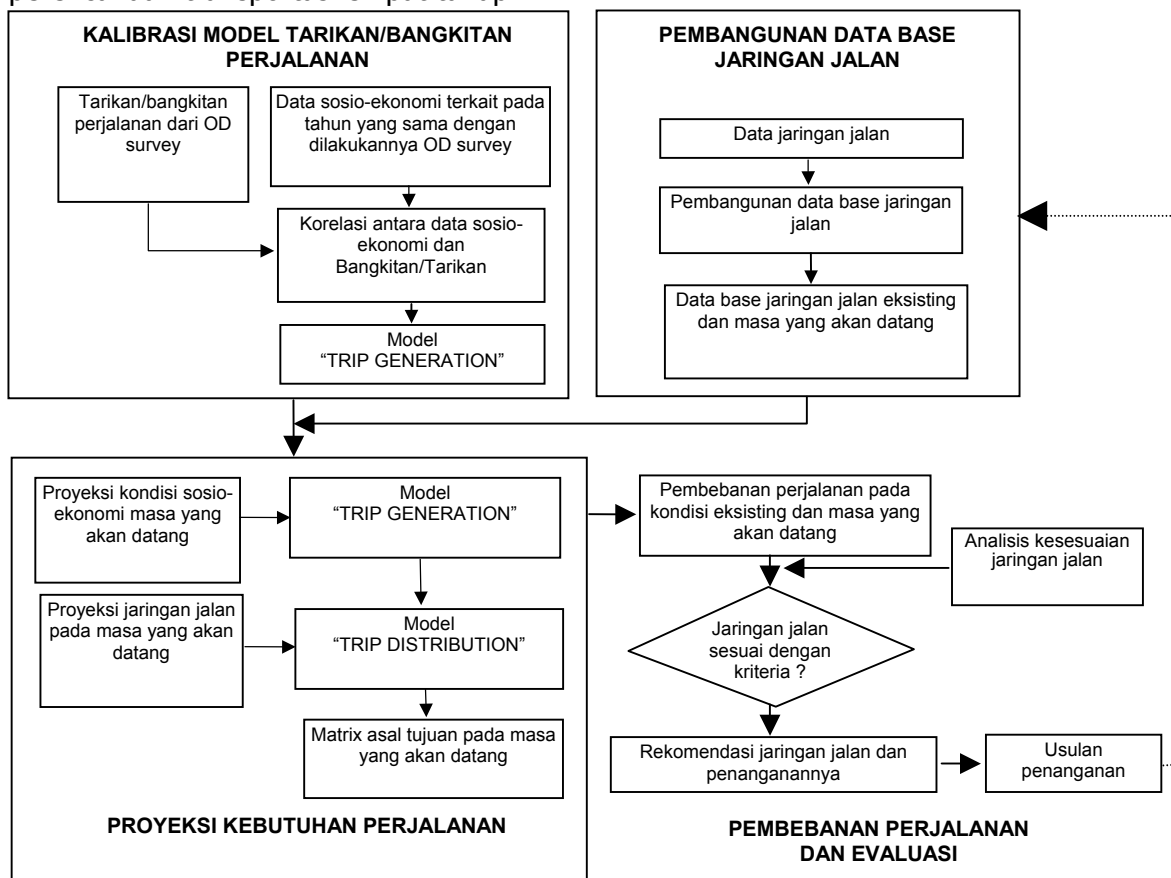
Suatu jaringan transportasi yang baik adalah mampu mengantisipasi perkembangan yang terjadi. Dengan kata lain, jaringan transportasi harus direncanakan tidak hanya untuk kondisi saat ini, melainkan juga untuk kondisi sampai akhir masa perencanaannya.

Sehingga 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

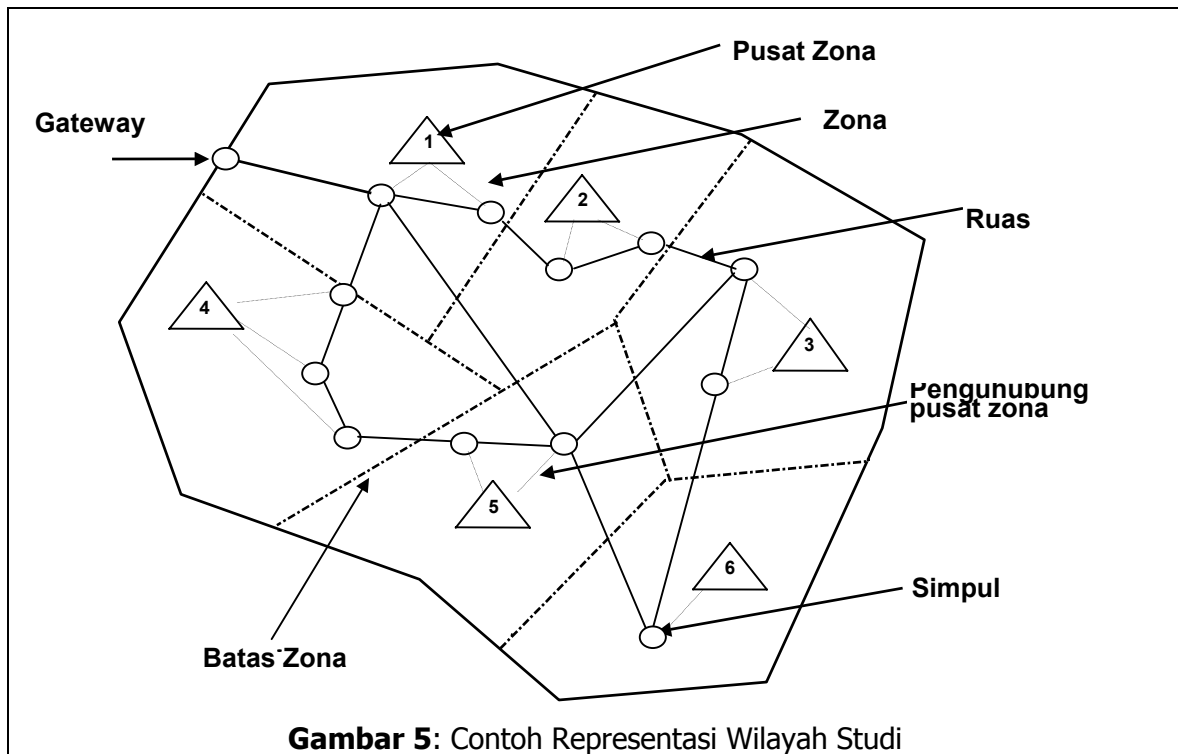
Analisis kebutuhan pergerakan sampai kepada kebutuhan jaringan jalan mengikuti diagram alir seperti pada **gambar 4** yang sebenarnya merupakan penjabaran dari perencanaan transportasi empat tahap.



Gambar 4: Bagan Alir Analisis Kebutuhan Pergerakan

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. Yang 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 diujungnya;
- *centroid* (pusat zona) merupakan pusat zona dimana diasumsikan 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*.

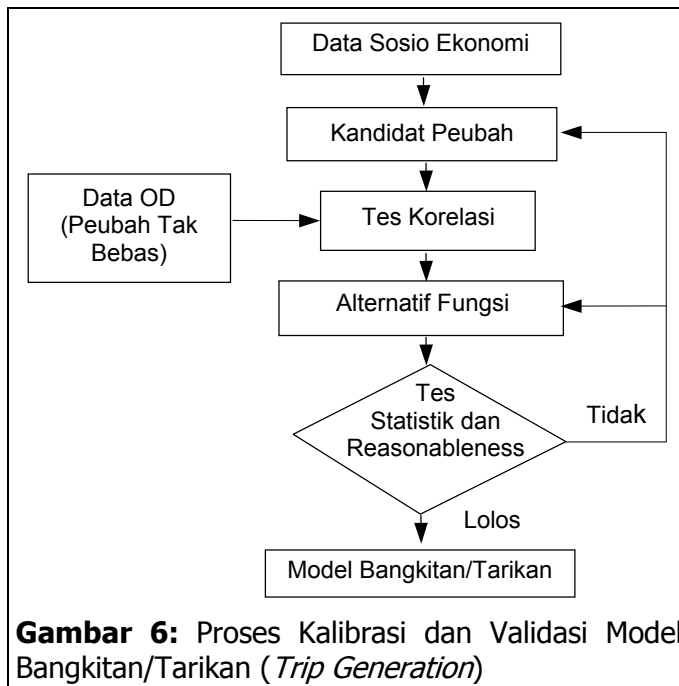
4.3 Tahap Analisis Bangkitan/Tarikan Perjalanan (Kalibrasi Model Tarikan dan Bangkitan Perjalanan)

Untuk memprediksi besarnya tarikan serta bangkitan suatu daerah (zona) di masa mendatang, perlu dipergunakan 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 diatas dan juga yang terbaik diantara 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 adalah 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 dipergunakan 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 menggunakan 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*, model *competing-opportunity*, dan lain-lain. 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 didalamnya pemilihan rute)

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

Dengan luas wilayah 47.921 km² total dari 37 Daerah Tingkat II, yang terdiri dari 29 Daerah Tingkat II Kabupaten, dan 8 Daerah Tingkat II Kotamadya, Propinsi Jawa Timur merupakan propinsi yang cukup besar, serta penduduknya 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 mempunyai posisi yang penting dalam konteks nasional sebagai pendukung utama ibukota negara.

5.2 Sistem Zona

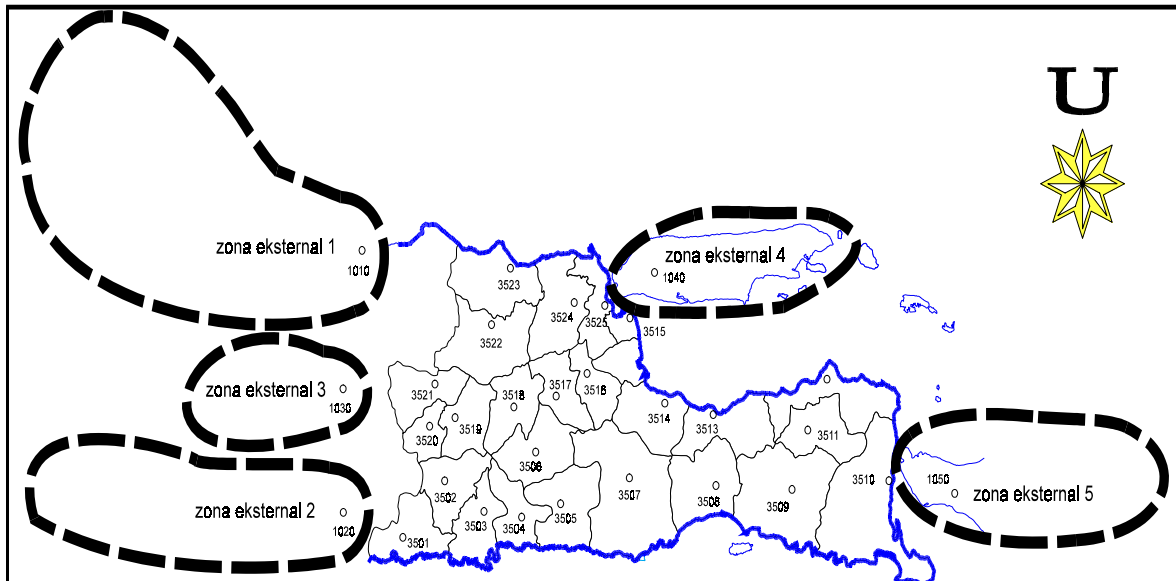
Untuk tinjauan propinsi Jawa Timur, sistem zona didasarkan kepada pembagian wilayah administrasi. Sehingga pemodelan wilayah studinya adalah sebagai berikut:

- 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**.



Gambar 7: Sistem Zona Jawa Timur

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 besar 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*
Yaitu 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 dipergunakan adalah kondisi akomodasi daerah, berupa jumlah kamar hotel, baik hotel bintang maupun hotel melati.

Dari ketiga kelompok data tersebut beserta variasinya, maka dapat diperoleh kandidat peubah bebas sebanyak 13 macam, 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.

Matriks korelasi antara peubah tak bebas (bangkitan/tarikan) yang dihasilkan kemudian, menunjukkan bahwa kandidat peubah bebas yang memiliki korelasi yang 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 dapat 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:

$$\begin{aligned} O_i &= -480.80522 + 0.00002 X_1 + 0.00044 X_2 + 200.20495 X_3 + 1.40307 X_4 \\ R^2 &= 0.693 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_d &= -1372.86330 + 0.84438 X_1 + 0.91196 X_2 + 192.59237 X_3 + 1.28305 X_4 \\ R^2 &= 0.751 \end{aligned}$$

dengan:

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

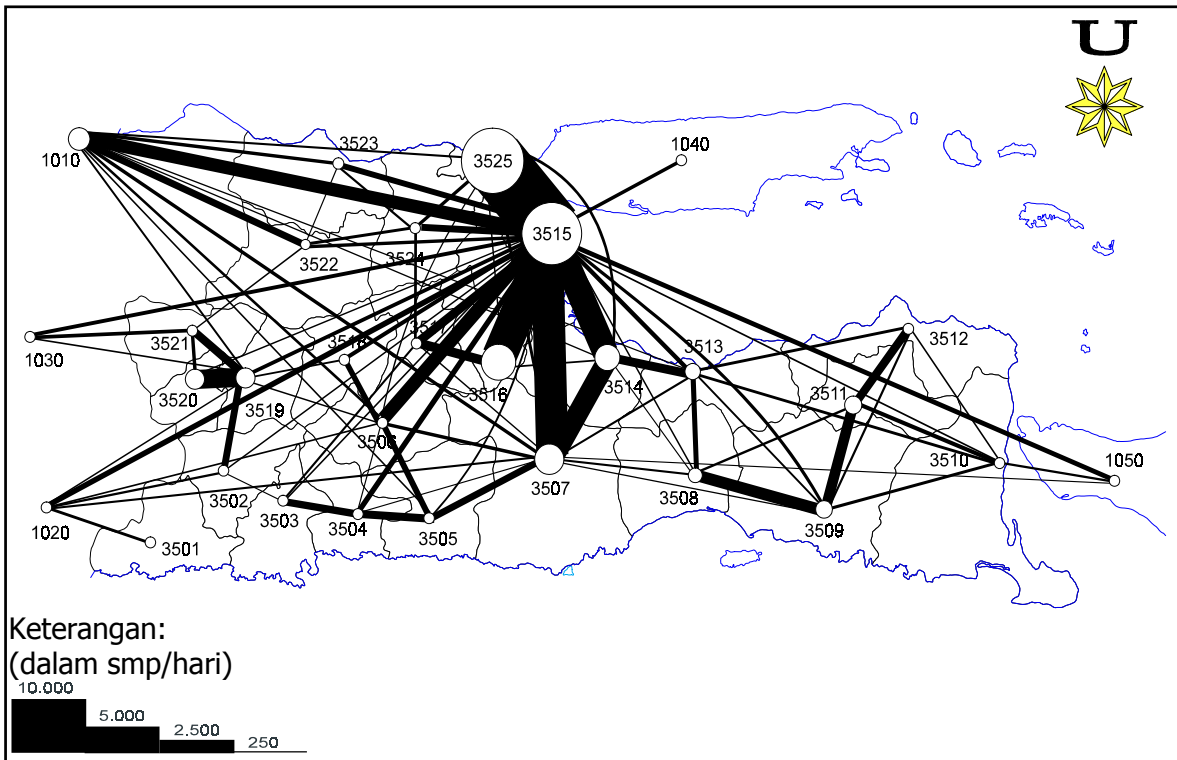
Dengan menggunakan fungsi diatas maka dapat diperoleh besarnya bangkitan/tarikan setiap zona pada masa mendatang dengan memproyeksikan peubah bebas yang terkait berdasarkan pola yang dituju/diinginkan oleh setiap daerah.

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. Karena itu, masukan berupa matriks pergerakan serta jaringan jalan harus dibentuk dalam format yang disyaratkan oleh program tersebut.



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

a. Pembentukan matriks kebutuhan pergerakan

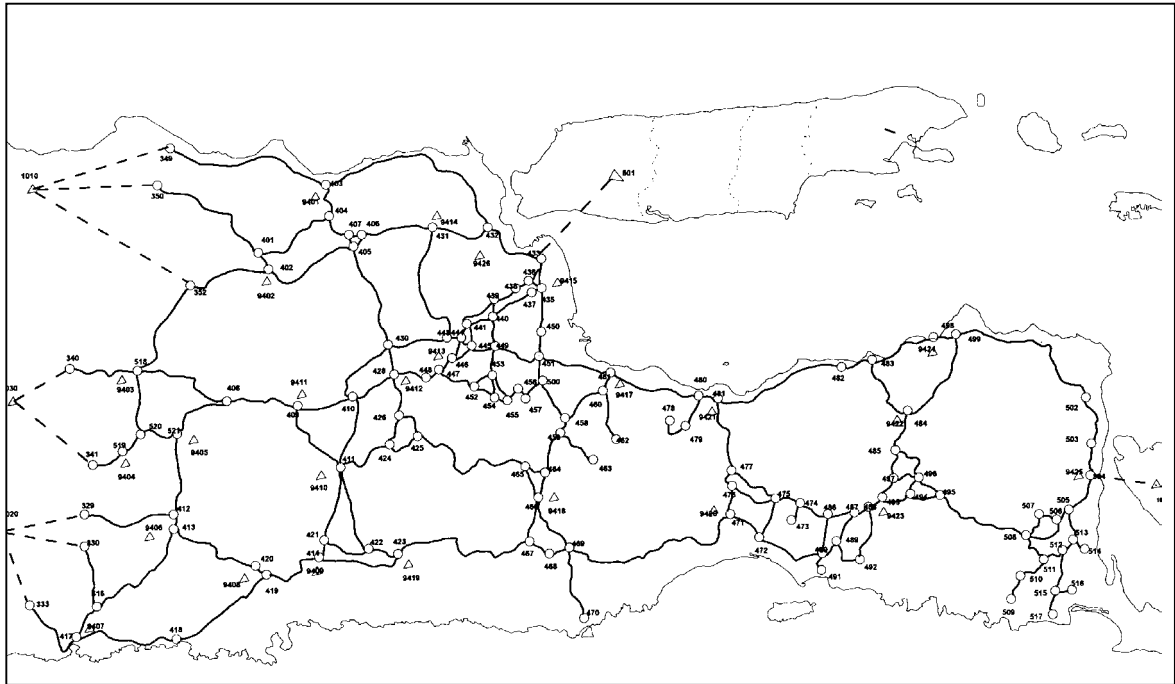
Dari hasil tahap peramalan bangkitan/tarikan (*trip generation*) yang kemudian disebarakan (dalam tahap sebaran pergerakan), maka akan diperoleh matriks OD.

b. Pembentukan data base jaringan

Data base jaringan berupa pemodelan jaringan yang 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.

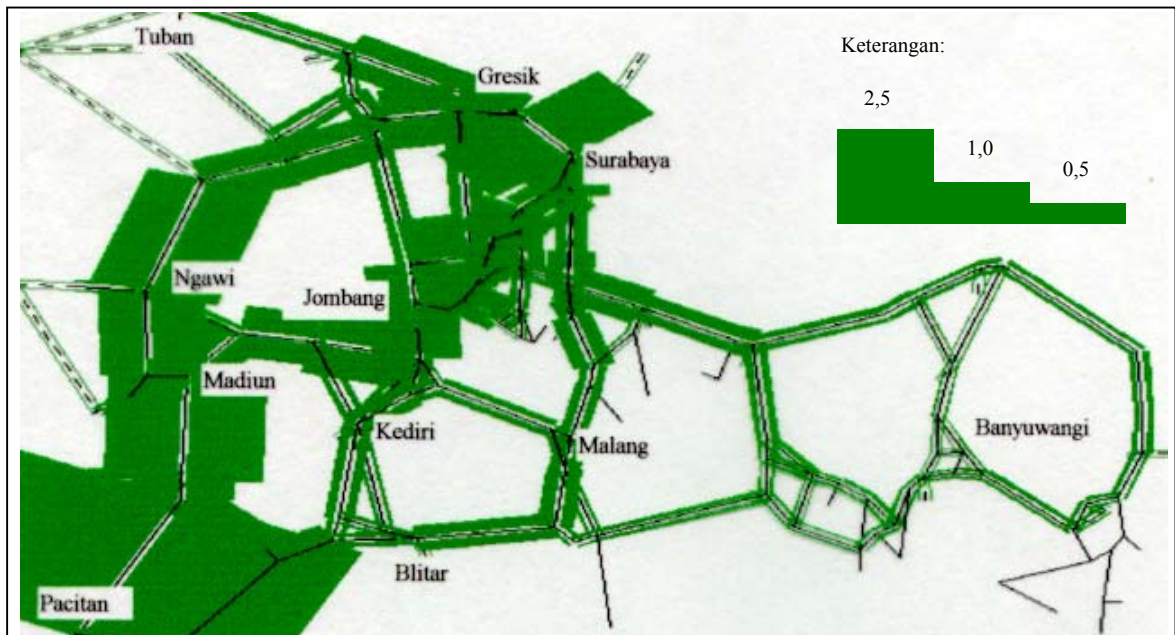


Gambar 9: Model Jaringan Jalan Propinsi Jawa Timur

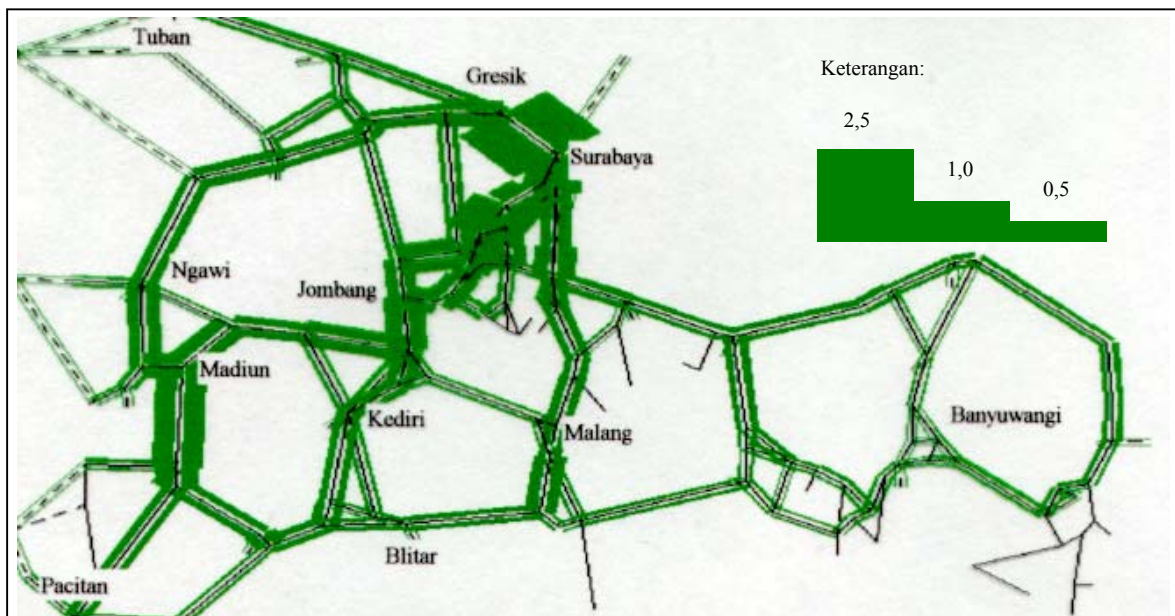
c. Mekanisme pembebanan

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. Hasil pembebanan kondisi ini adalah melihat berapa 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 di-update 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 disini dibatasi hanya berupa pelebaran jalan sampai lebar yang memungkinkan.



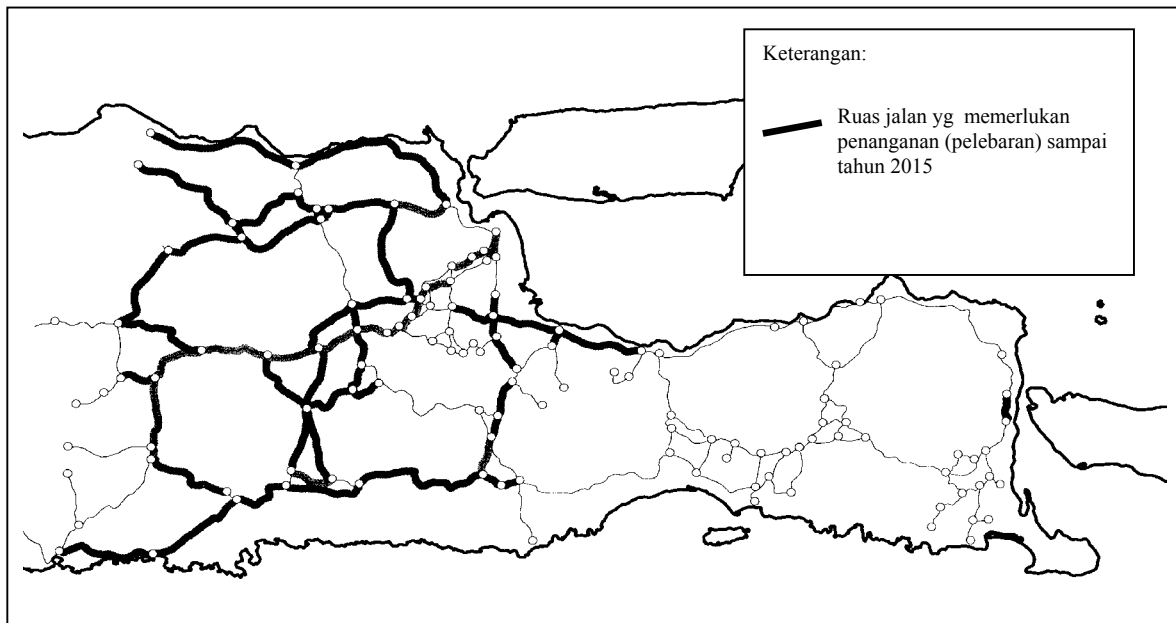
Gambar 10: VCR Jawa Timur Tahun 2015 tanpa Penanganan Jaringan Jalan



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

5.6 Evaluasi Hasil Pembebanan

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



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

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.

DAFTAR PUSTAKA

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.