

### III. PEMODELAN TRANSPORTASI

#### 3.1. MODEL DAN PERANANNYA

Model dapat didefinisikan sebagai bentuk penyederhanaan suatu realita (atau kenyataan sebenarnya), termasuk di antaranya :

- a. Model fisik (model arsitek, model teknik sipil, wayang golek, dan lain-lain).
- b. Peta dan diagram (grafik)
- c. Model statistik dan matematik (persamaan), yang menerangkan beberapa aspek fisik, sosial ekonomi, dan model transportasi.

Semakin mirip suatu model dengan realitanya, semakin sulit model itu dibuat. Model yang canggih belum tentu merupakan model yang baik. Kadang-kadang model yang jauh lebih sederhana ternyata lebih cocok untuk tujuan, situasi dan kondisi tertentu. Model utama adalah **model grafik** dan **model matematik**.

Model grafik adalah model yang menggunakan gambar, warna dan bentuk, sebagai media penyampaian informasi mengenai realita (kenyataan).

Model grafik sangat diperlukan, khususnya untuk transportasi. Di sini terjadinya pergerakan (arah dan besarnya) yang beroperasi secara spasial (ruang) diilustrasikan dengan gambar (secara grafik).

Model matematik menggunakan persamaan atau fungsi matematika sebagai media dalam usaha mencerminkan realita.

Meskipun merupakan penyederhanaan, model tersebut dapat saja sangat kompleks dan membutuhkan data yang sangat banyak dan waktu penyelesaian yang lama.

Dengan pemakaian model matematik dalam perencanaan transportasi, ada beberapa keuntungan yang dapat diperoleh, seperti para perencana dapat banyak belajar (melalui eksperimen, sewaktu pembuatan formulasi, kalibrasi, serta penggunaannya) tentang kelakuan dan mekanisme internal dari sistem yang sedang dianalisis.

Pemodelan transportasi hanya merupakan salah satu unsur dalam perencanaan transportasi. Lembaga (instansi), pengambil keputusan, masyarakat, administrator, peraturan dan penegakan hukum, merupakan unsur-unsur lain yang harus direncanakan dengan baik untuk mendapatkan sistem perencanaan transportasi yang baik.

Pemodelan transportasi dan pengambil keputusan dapat dikombinasikan dengan cara yang berbeda-beda, tergantung pada pengalaman, kondisi lokal (setempat), dan tradisi (kebiasaan).

### 3.2. PEMILIHAN PENDEKATAN MODEL

Kebijakan transportasi akan diambil atau diputuskan oleh pengambil keputusan (decision maker), biasanya menggunakan hasil perencanaan dan pemodelan transportasi sebagai alat bantu dalam mengambil keputusan. Karena itu para pengambil keputusan lebih mempunyai wewenang dalam menentukan kebijakan yang akan ditetapkan, dibandingkan dengan para perencana transportasi.

Di sini para pengambil keputusan memperhitungkan faktor lain seperti lingkungan, keamanan, pertahanan, ekonomi, dan sosial budaya, yang mungkin belum diperhitungkan oleh para perencana transportasi.

Jadi hasil perencana dan pemodelan transportasi merupakan alat bantu bagi para pengambil keputusan dalam menentukan kebijakan yang akan diambil, dan bukan sebagai penentu kebijakan. Karena itu ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menetapkan pendekatan analitik yang akan digunakan antara lain :

#### a. Pengambil keputusan

Keputusan dapat bersifat strategis, taktis atau operasional. Yang penting adalah, bahwa sifat keputusan tersebut dapat menentukan tingkat kedalaman analisis, apakah hanya faktor transportasi saja, atau ada faktor lain yang ikut mempengaruhi atau terpengaruh.

Dari sisi sistem transportasi, apakah hanya tertarik pada kebutuhan akan pergerakan saja, atau termasuk juga sistem prasarananya, dan sebagainya.

Banyak pilihan yang harus dipertimbangkan dalam menentukan suatu kebijakan, juga merupakan hal yang perlu diperhatikan.

b. Persyaratan ketepatan

Ketepatan hasil kajian perencanaan dan pemodelan transportasi sangat diperlukan, dan tergantung pada tujuan kajian tersebut. Ketepatan data sangat menentukan ketepatan hasil pemodelan, sedangkan ketepatan data sangat tergantung pada kualitas peralatan yang digunakan untuk mendapatkan data tersebut, serta kualitas surveyor yang menggunakan peralatan itu.

c. Tersedianya data yang dibutuhkan

Data merupakan masalah utama dalam pemodelan. Terbatasnya data dari sisi kualitas dan kuantitas menyebabkan hasil pemodelan tidak mempunyai akurasi (ketepatan) yang tinggi. Selain itu sistem transportasi data yang tidak begitu baik akan menyebabkan data tersebut sangat sulit diperoleh, meskipun sudah tersedia. Fasilitas internet dan faksimili merupakan alat bantu utama dalam proses transportasi data.

d. Kemutakhiran pemodelan

Pemodelan adalah pencerminan dan penyederhanaan realita. Jadi semakin dapat dicerminkan realita, model tersebut menjadi semakin baik. Namun demikian untuk mencapai hal tersebut dibutuhkan data yang sangat banyak dan dana yang sangat besar. Dengan keterbatasan biaya dan waktu, dibutuhkan kemampuan dalam memilih model yang sesuai dengan situasi dan kondisi yang ada.

e. Sumber Daya yang tersedia

Hal ini menyangkut dana, data, perangkat komputer termasuk paket program yang tersedia, kemampuan peneliti, dan sebagainya. Dua jenis sumber daya yang penting di sini adalah waktu dengan tingkat komunikasi dengan para pengambil keputusan dan masyarakat. Dalam hal waktu yang tersedia untuk menentukan kebijakan terbatas, lebih baik melakukan pemodelan sederhana dari pada pemodelan yang menyeluruh.

Di samping itu adanya komunikasi yang baik dengan para pengambil keputusan, serta masyarakat sebagai pengguna (user), akan mengurangi permasalahan.

f. Persyaratan proses data (Data process requirement)

Pengguna komputer tidak perlu banyak. Satu komputer jinjing (laptop) sudah cukup, karena mempunyai kemampuan yang sangat besar dan kecepatan proses yang tinggi, dengan harga relatif murah.

Kendala utama dalam proses data adalah kemampuan manusia dalam mengumpulkan, mengkodifikasi dan memasukkan data, serta menjalankan program dan menafsirkan keluaran (output) dari program tersebut.

g. Tingkat kemampuan perencana dan peneliti

Biaya pelatihan untuk perencana dan peneliti cukup tinggi, sehingga cara yang terbaik adalah menggunakan model yang ada seefisien mungkin, sambil mempelajari dan memahami model lainnya yang lebih baik.

Jumlah perencana atau peneliti yang diperlukan dan berkualitas sangat baik. Dalam hal ini peningkatan kemampuan para peneliti tidak perlu melalui pendidikan formal yang lama dan mahal, tetapi dapat dilakukan melalui pelatihan (training) atau penyuluhan, yang cukup efektif untuk mengatasi permasalahan tersebut.

### 3.3. FAKTOR DALAM PEMODELAN TRANSPORTASI

a. Spesifikasi model :

Faktor ini mempertimbangkan beberapa hal penting yang perlu untuk dijabarkan lebih lanjut, meliputi :

1) Struktur model

Dapat dibuat model untuk satu sistem dengan suatu struktur sederhana berupa fungsi dari beberapa alternatif yang saling tidak berhubungan, atau perlu dibuat model yang sangat kompleks, yang digunakan untuk menghitung peluang dari suatu peristiwa yang pernah terjadi.

Model kontemporer selalu mempunyai banyak parameter untuk dapat menunjukkan aspek struktural model tersebut, dan dengan metodologi yang sudah berkembang sekarang, sangat mungkin untuk membentuk model yang sangat umum dan memiliki banyak peubah (variables).

2) Bentuk fungsional

Untuk pemecahan suatu permasalahan, dapat digunakan bentuk linier atau pemecahan yang bersifat tidak linier (nonlinier). Pemecahan nonlinier akan mencerminkan realita secara lebih cepat, tetapi membutuhkan lebih banyak sumber daya dan teknik untuk pengkalibrasian model tersebut.

3) Spesifikasi peubah (variable specification)

Peubah (variable) apa yang dapat digunakan, dan bagaimana peubah tersebut berhubungan satu sama lain dalam suatu model. Untuk ini diperlukan proses tertentu dalam menentukan peubah dominan, antara lain proses kalibrasi dan pengabsahan.

b. Kalibrasi dan pengabsahan model :

(model calibration and validation)

Suatu model secara sederhana dapat dinyatakan sebagai fungsi matematika dari beberapa peubah  $x$  dan parameter  $\theta$ , seperti :  $y = f(x, \theta)$ . Perlu dibedakan antara kalibrasi model dan taksiran model, khususnya dalam pemakaian di bidang transportasi.

Pengkalibrasian model mensyaratkan pemilihan parameter yang mengoptimalkan satu atau lebih ukuran kesesuaian, yang juga merupakan fungsi dari data hasil pengamatan. Prosedur ini sering digunakan oleh fisikawan dan ahli teknik yang bertugas membuat model pertama (awal), tanpa perlu menghiraukan statistika yang dihasilkan.

Penaksiran model meliputi usaha untuk mendapatkan nilai parameter, sehingga hasil spesifikasi model tersebut mendekati data hasil pengamatan (realita). Dalam kasus ini satu atau lebih parameter dapat dianggap tidak signifikan, dan karena itu dikeluarkan dari model.

Taksiran juga mempertimbangkan kemungkinan mempelajari beberapa faktor spesifikasi secara empirik.

Kedua prosedur ini (pengkalibrasian model dan penaksiran model) sering dilakukan oleh para ahli teknik dan ekonomi yang bertanggung jawab dalam pengembangan model selanjutnya yang lebih mementingkan perilaku statistika model tersebut. Namun demikian kedua prosedur tersebut pada dasarnya sama, karena cara untuk menentukan parameter mana yang lebih baik akan digunakan, ditentukan oleh ukuran kesesuaian.

Suatu model yang sudah di kalibrasi dengan data tertentu, belum tentu cocok dipakai untuk penerapan yang lain. Hal ini disebabkan karena pada dasarnya realita antara kedua terapan tersebut berbeda, terutama peubah yang mungkin tidak sama. Oleh karena itu sebelum diterapkan di tempat lain, model tersebut perlu diabsahkan terlebih dahulu dengan menggunakan data asli daerah tersebut.

## IV. PRASARANA DAN MODA TRANSPORTASI DARAT, AIR, UDARA

### 4.1. PENDAHULUAN

Penyelenggaraan transportasi dapat bermacam-macam, tetapi pada hakikatnya adalah perpindahan orang dan barang dari satu tempat asal ke tempat tujuan. Karena kondisi geografik yang beragam, serta teknologi transportasi yang terus berkembang, maka jenis-jenis sarana dan prasarana tertentu akan sesuai untuk suatu kondisi geografis tertentu pula.

Pengelompokan berbagai jenis transportasi dengan memperhatikan medium (tempat berjalan) serta kesamaan sifat-sifat fisiknya disebut moda. Secara garis besar, dari perbedaan mediumnya dapat diperoleh moda darat, air, dan udara. Lebih jauh moda darat dipisahkan lagi menjadi misalnya moda jalan raya dan moda jalan kereta api.

Pengembangan teknologi tiap moda mendorong perkembangan moda tersebut, yang selanjutnya akan mendorong sektor transportasi secara keseluruhan.

Dalam perencanaan transportasi, moda-moda tersebut harus diintegrasikan untuk memperoleh layanan transportasi yang aman, murah dan cepat bagi penggunaanya (users).

### 4.2. MODA TRANSPORTASI DARAT

Moda transportasi darat menggunakan medium yang terletak di daratan, baik bawah tanah (subway) maupun melayang (flyover). Moda transportasi darat dapat dibagi menjadi :

- a. Transportasi jalan raya (angkutan melalui jalan)
- b. Transportasi jalan rel (angkutan melalui rel)
- c. Transportasi pipa (angkutan melalui pipa)
- d. Transportasi gantung ( angkutan melalui kabel)

Catatan : Angkutan sungai, danau dan penyeberangan (ferry) dianggap sebagai moda darat, karena kedekatannya dengan moda darat yang lain.

a. Transportasi Jalan Raya

Dua unsur pokok transportasi jalan raya adalah jalan dan kendaraan (bermotor).

1) Karakteristik dan keunggulan transportasi jalan raya :

- Melayani angkutan dari rumah ke rumah (door to door service), dapat menjangkau seluruh pelosok daratan
- Memberi kebebasan bagi pengendara dalam ruang dan waktu
- Mudah dikembangkan
- Biaya operasi lebih murah

2) Kelemahan/kekurangan transportasi jalan raya :

- Tidak efisien
- Pemborosan energi
- Tingkat keselamatan rendah
- Menimbulkan polusi udara, khususnya di perkotaan
- Membutuhkan tempat parkir, yang sulit disediakan di perkotaan

3) Keuntungan lain :

- Dapat membuka, membangkitkan dan mengembangkan wilayah
- Menaikkan nilai lahan/tanah
- Melindungi kawasan atau kota (contoh : jalan arteri, by pass)

b. Transportasi Jalan Rel

Untuk transportasi jalan rel dengan menggunakan sarana kereta api/disel/listrik, ada tiga unsur utama, yaitu :

- Prasarana, berupa rel
- Stasiun
- Kendaraan/kereta

Dari ketiga hal di atas, biaya pembuatan prasarana adalah yang termahal.

Kelebihan transportasi jalan rel : efisien dan ekonomis.

Kekurangannya :

- Padat modal
- Banyak dipengaruhi oleh peraturan (regulasi) dan politik



Catatan lain mengenai jalan rel :

- Sebagai angkutan jarak menengah, urban dan suburban
- Lebih ramah lingkungan apabila rel dijalankan atau digerakkan dengan listrik
- Kecepatan rel dapat mencapai kecepatan 60 sampai dengan 160 km/jam, bahkan untuk kereta rel cepat memiliki kecepatan antara 200 sampai 400 km/jam

c. Transportasi Pipa

Digunakan untuk mengangkut barang cair (air, minyak), gas, benda padat (batu bara, kapur, biji-bijian, dan sebagainya). Sarana-sarana pipa biasanya ditanamkan di dalam tanah, mengikuti jaringan jalan raya, seperti pipa air minum dan gas, dan ditempatkan pada daerah milik jalan (damija).

Keunggulan transportasi pipa :

- Barang cair yang diangkut melalui pipa akan lebih mudah dan lebih murah.
- Mengurangi beban jaringan atau kereta api.

Daya penggerak barang dalam transportasi pipa adalah pompa tekan atau gaya gravitasi.

d. Transportasi Gantung

Jenis transportasi ini biasanya untuk keperluan khusus, seperti wisata, dan bukan untuk keperluan sehari-hari. Di negara maju, sistem transportasi gantung lebih banyak dikelola oleh pihak swasta.

Sarana yang dibutuhkan adalah : gerbong pengangkut, dan rel untuk merentangkan kabel baja yang dikendalikan dari terminal.

Akibat kemajuan teknologi transportasi dan mengingat sempitnya lahan di daerah perkotaan dewasa ini, maka transportasi gantung banyak digunakan.

### 4.3. MODA TRANSPORTASI AIR

Jalan untuk transportasi air umumnya bersifat alami (laut, sungai), tetapi dapat pula buatan manusia (kanal/saluran, anjir).

Termasuk dalam moda transportasi air adalah :

- Pelayaran rakyat
- Pelayaran antar pulau
- Pelayaran samudra, baik domestik maupun internasional

Prasarana lain (selain laut/sungai) adalah pelabuhan, yang merupakan simpul transportasi laut dengan darat.

Karena sifatnya sebagai tempat peralihan moda transportasi, maka pelabuhan harus disambung dengan sistem transportasi darat, dan dilengkapi dengan berbagai macam kemudahan.

Ada beberapa persyaratan tertentu bagi pelabuhan, sebagai ciri pelabuhan yang baik :

- a. Pelabuhan harus mampu melindungi kapal dari iklim buruk selama ada di pelabuhan.
- b. Kedalaman air harus cukup, agar kapal tetap terapung walaupun air sedang surut.
- c. Pelabuhan harus menjamin kemudahan perpindahan barang dan penumpang.

Sebagai sarana transportasi air, bentuk maupun ukuran kendaraan air harus cukup beragam, mulai dari perahu dayung yang sangat sederhana, rakit, sampai kapal laut dengan daya angkut yang besar.

Kapal dapat dikelompokkan dalam :

- a. Kapal berukuran kecil, untuk pesiar dan olah raga
- b. Kapal Dagang, untuk mengangkut penumpang dan/atau barang
- c. Kapal penolong atau untuk kegunaan khusus (kapal keruk, kapal patroli, kapal pemandu, kapal penarik/tug boat)

Transportasi laut umumnya bersifat regional, bahkan internasional, banyak diantaranya mencakup perjalanan yang sangat jauh.

Bagi angkutan barang, transportasi air masih tetap memegang peranan penting, karena daya angkut kapal yang sangat besar, sehingga dapat menekan biaya. Transportasi air khususnya cocok dan efisien untuk lalu lintas penghubung antara pelabuhan dengan sistem angkutan lain yang menggunakan bargas atau perahu untuk membongkar dan muat barang dari dan ke kapal.

#### **4.4. MODA TRANSPORTASI UDARA**

Ciri istimewa transportasi udara adalah cepat, yang dalam hal ini dilakukan dengan menggunakan pesawat terbang, baik untuk orang maupun barang. Pesawat terbang tidak hanya mampu bergerak sangat cepat, tetapi juga mampu terbang lurus melintasi berbagai rintangan alam yang tidak teratasi oleh transportasi darat dan air.

Bandar udara atau pelabuhan udara termasuk salah satu kemudahan transportasi yang tidak dapat berada dekat atau berbatasan dengan kota karena alasan keamanan penerbangan dan pencemaran suara terhadap lingkungannya. Bandar udara adalah terminal angkutan yang menuntut sarana dan prasarana yang jauh lebih lengkap dibandingkan dengan terminal angkutan darat.

Lintasan penerbangan adalah angkasa yang bebas dan lurus, namun yang dalam kenyataannya harus diatur guna menghindari kecelakaan.

Lintasan penerbangan berupa lorong angkasa yang ditentukan oleh batas ketinggian, kerendahan dan lebar bidang datarnya, sehingga membentuk lorong bertingkat dan berjajar di angkasa.

Pengawasan pergerakan lalu lintas udara diatur dalam dua peraturan, yaitu Visual Flight Rule (VFR) dan Instrument Flight Rule (IFR).

#### 4.5. KONSEP INTERMODA

Kebutuhan perjalanan mungkin akan dipenuhi melalui satu atau lebih moda transportasi. Bagi pengguna yang penting adalah keamanan, kelancaran, kecepatan dan kenyamanan dalam perjalanan.

a. Dasar Pemilihan :

- Ciri perjalanan, yang dilakukan berdasarkan atas waktu dan tujuan.
- Pelaku perjalanan, apakah memiliki kendaraan (mobil), bagaimana tingkat penghasilan, dan status sosial.
- Sistem transportasi, meliputi lama perjalanan, biaya, dan kenyamanan.

b. Faktor yang mempengaruhi :

- Kecepatan perjalanan
- Jarak perjalanan
- Kenyamanan
- Biaya
- Kesenangan
- Jenis kelamin
- Sistem sosial dan ekonomi
- Komposisi

#### 4.6. TERMINAL

Hal penting dalam transportasi adalah bahwa setiap sistem transportasi harus dapat mengangkut muatan dan membongkarnya kembali pada akhir perjalanan. Selain itu perlu diperhatikan pula, bahwa sepanjang perjalanan dari tempat asal ke tujuan, mungkin diperlukan lebih dari satu moda transportasi. Pergantian moda ini dilakukan di tempat yang disebut terminal.

Bagi transportasi pada umumnya, terminal sangat penting dan biasanya memerlukan fasilitas yang sangat lengkap, seperti pada bandar udara, pelabuhan laut, stasiun kereta api. Tempat lain yang mempunyai fungsi sejenis, yaitu tempat perhentian kendaraan umum pada suatu ruas jalan, yang barangkali hanya menyediakan sekedar tempat untuk calon penumpang berdiri menunggu, dilengkapi sejumlah rambu yang diperlukan.

Untuk transportasi jalan raya, fungsi terminal dapat muncul hampir di sepanjang lintasan. Di daerah yang belum cukup berkembang, sering terjadi kereta api, bus, truk dapat dihentikan di setiap tempat menurut keinginan penumpang.

Fungsi Terminal :

sebuah terminal mempunyai empat fungsi pokok, yaitu :

- a. Menyediakan akses ke kendaraan yang bergerak pada jalur khusus.
- b. Menyediakan tempat dan kemudahan perpindahan/pergantian moda transportasi.
- c. Menyediakan sarana simpul lalu lintas, tempat konsolidasi lalu lintas.
- d. Menyediakan tempat untuk menyimpan barang/kendaraan.

#### **4.6.1. Terminal Transportasi Darat**

Jenis terminal ini meliputi terminal bus, kereta api, ataupun multi moda. Contoh terminal multi moda transportasi darat berupa suatu terminal bertingkat, dengan tingkat paling bawah digunakan untuk melayani angkutan rel regional, sementara tingkat berikutnya digunakan untuk melayani angkutan rel dalam kota, dan tingkat paling atas digunakan untuk melayani para penumpang (pembelian tiket, dan lain-lain).

#### **4.6.2. Terminal Transportasi Air**

Terminal transportasi air atau pelabuhan biasanya merupakan suatu perairan yang terlindung, di mana kapal dapat berlabuh dan memuat atau membongkar barang dengan selamat.

Jenis terminal transportasi air, menurut :

- a) Jenis perairan : pelabuhan alam, semi alamiah, pelabuhan buatan.
- b) Kegunaan : bisa sangat beragam, seperti pelabuhan militer, Perikanan, perdagangan, atau untuk rekreasi.

Pelabuhan juga dapat diklasifikasikan menurut lokasinya, yaitu : pelabuhan laut, danau, dan sungai.

Untuk melaksanakan fungsinya dengan baik, pelabuhan biasanya dilengkapi dengan fasilitas khusus, terutama yang berkaitan dengan

upaya untuk menahan ombak dan tempat penambatan kapal, seperti misalnya : pemecahan ombak/gelombang (break water), penambatan kapal (jetty), penahan tumbukan (fender), dan lain-lain. Kadang-kadang diperlukan fasilitas lain seperti crane untuk mengangkat container, jalan rel, pipa minyak.

#### **4.6.3. Terminal Transportasi Udara**

Beberapa hal yang perlu diperhatikan pada terminal angkutan udara, antara lain : rencana pengembangan wilayah, jenis operasi pesawat (sipil atau militer, lokal atau internasional, dan sebagainya), jarak ke terminal udara yang lain dan ke moda transportasi lainnya, keadaan topografi dan cuaca, daya pandang (visibility) dan adanya penghalang (obstruction), serta pertimbangan ekonomi.

Tata letak dari terminal udara ini sangat tergantung pada konfigurasi runway dan sistem pengendalian operasi pesawat yang akan dilayani, apakah berdasarkan penglihatan atau menggunakan instrumen.

Daerah terminal udara meliputi : gedung terminal, tempat parkir pesawat (apron), dan hanggar pesawat. Fasilitas yang diperlukan, antara lain : ruang tunggu pengunjung dan penumpang, ruang pemrosesan penumpang (beli tiket, lapor, penyerahan dan penerimaan bagasi, tempat pemeriksaan dokumen imigrasi, dan lain-lain), menara pengawas, dan sebagainya.

Khususnya untuk terminal pada bandar udara sebagai fasilitas perantara (interface) antara transportasi udara dengan transportasi darat, mempunyai fungsi sebagai tempat untuk :

- Pelayanan bagi keberangkatan/kedatangan pesawat;
- Bongkar dan muat barang atau menaikkan dan menurunkan penumpang;
- Perpindahan (interchange) antar moda transportasi udara dengan moda transportasi yang sama (transit), atau dengan moda lainnya;

- Klarifikasi barang/penumpang menurut jenis, tujuan perjalanan, dan lain-lain;
- Penyimpanan barang (storage) selama pengurusan dokumen;
- Pengisian bahan bakar, perawatan dan pemeriksaan kondisi pesawat, sebelum dinyatakan layak untuk terbang (laik terbang).