

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. RUANG LINGKUP TRANSPORTASI

2.1.1. Sejarah Pertumbuhan Transportasi

Sejak dahulu transportasi telah digunakan dalam kehidupan masyarakat, hanya saja alat angkut yang dimaksud bukan seperti sekarang ini. Sebelum tahun 1800 alat pengangkutan yang digunakan adalah tenaga manusia, hewan dan sumber tenaga dari alam. Pengangkutan barang-barangnya dalam jumlah kecil serta memakan waktu tempuh perjalanan yang cukup lama.

Antara tahun 1800-1860 transportasi telah mulai berkembang dengan dimanfaatkannya sumber tenaga mekanis seperti kapal uap, dan kereta api yang mana banyak digunakan dalam dunia perdagangan. Dan antara tahun 1860-1920 telah ditemukan kendaraan bermotor pesawat terbang, pada masa ini angkutan kereta dan jalan raya memegang peranan penting pula. Pada tahun 1920. transportasi telah mencapai tingkat perkembangan pada puncaknya (*mature*), dengan sistem transportasi multi modal (*multy modal systems*). Dalam abad ke 20 ini pertumbuhan transportasi berkembang pesat sejalan dengan kemajuan dengan teknologi mutakhir.

2.1.2. Pengertian Transportasi

Transportasi adalah kegiatan pemindahan barang / muatan dan penumpang dari suatu tempat ke tempat lain (Salim, hal 7, 1993). Dalam transportasi terlihat ada dua unsur yang terpenting, yaitu:

- a. Pemindahan / pergerakan (*Movement*)
- b. Secara fisik mengubah tempat dari barang / komoditi dan penumpang ke tempat lain.

2.1.3. Pembagian Fungsi Transportasi

Transportasi digolongkan ke dalam dua bagian:

Pertama: Angkutan penumpang pribadi

Untuk mengangkut penumpang digunakan mobil / kendaraan pribadi dan alat angkut lainnya.

Kedua: Angkutan penumpang umum

Selain mobil pribadi yang digunakan untuk mengangkut penumpang, digunakan pula kendaraan untuk angkutan umum seperti bis, pesawat udara, kereta api, dan kapal laut.

Dalam masyarakat untuk transportasi nasional lebih banyak digunakan untuk pengangkutan barang daripada pengangkutan penumpang. Terutama untuk negara yang sedang membangun. Pengangkutan muatan lebih penting dalam dunia bisnis dan perdagangan.

2.1.4. Peranan Transportasi

Transportasi mempunyai pengaruh besar terhadap perorangan, masyarakat pembangunan ekonomi, dan sosial politik suatu negara. pengangkutan merupakan sarana dan prasarana bagi pembangunan ekonomi negara yang bisa mendorong lajunya pertumbuhan ekonomi (*rate of growth*).

1. Transportasi dan kehidupan masyarakat

Transportasi bermanfaat bagi masyarakat, dalam arti hasil-hasil produksi dan bahan-bahan baku suatu daerah dapat dipasarkan kepada perusahaan industri. Hasil-hasil barang jadi yang diproduksi oleh pabrik dijual oleh produsen kepada masyarakat atau perusahaan-perusahaan yang bergerak dibidang pemasaran. Untuk mengangkut bahan-bahan baku dan barang-barang jadi dibutuhkan jasa-jasa transportasi (darat, laut, dan udara). Selain itu transportasi melaksanakan penyebaran penduduk dan pemerataan pembangunan. Penyebaran penduduk ke seluruh pelosok tanah air di Indonesia menggunakan berbagai jenis moda transportasi.

2. Spesialisasi secara geografis

Tiap-tiap daerah mempunyai kekhususan dalam arti spesialisasi yang berbeda untuk masing-masing daerah dan wilayah. Contoh: hasil kerajinan tasikmalaya, yogyakarta, kalimantan akan dapat dijual dan dipasarkan bilamana tersedia alat pengangkutan yang cukup serta memadai.

3. Produksi yang ekonomis

Suatu produksi akan bermanfaat dan ekonomis, bila tersedia cukup moda transportasi, hal mana ada kaitannya transportasi dengan transportasi dalam arti untuk pelepasan komoditi tersebut ke pasar (*market*). Disini terlihat ada hubungan transportasi dengan produksi:

- a. Dengan tidak tersedianya transportasi, masyarakat tidak akan merasakan keuntungan dari produksi.
- b. Oleh karena itu harus diusahakan pemanfaatan alat angkut se efektif dan se efisien mungkin.
- c. Dengan efektif dan efisien pengolahan moda transportasi akan memberikan dampak makro dan mikro terhadap pembangunan ekonomi.

3. Pembangunan Nasional dan Hankamnas

Selain peranan transportasi tersebut diatas yang sangat penting bagi negara adalah:

- a. Pembangunan nasional dan pembangunan seluruh wilayah Indonesia serta pemerataan pembangunan.
- b. Guna pertahanan dan ketahanan nasional bangsa Indonesia (Hankamnas)

Di samping transportasi menciptakan dan meningkatkan standar kehidupan masyarakat secara menyeluruh.

2.1.5. Permintaan dan Penawaran Jasa Transportasi

2.1.5.1 Segi Permintaan (*Demand*)

Kebutuhan akan jasa-jasa transportasi ditentukan oleh barang-barang dan penumpang yang akan diangkut dari satu tempat ke tempat lain.

Jumlah kapasitas angkutan tersedia dibandingkan dengan kebutuhan terbatas. Untuk mengetahui berapa jumlah permintaan akan jasa angkutan sebenarnya (*actual demand*) perlu di analisis permintaan akan jasa-jasa transportasi sebagai berikut:

1. Pertumbuhan penduduk

Pertumbuhan penduduk satu daerah, propinsi dari satu negara akan membawa pengaruh terhadap jumlah jasa angkutan yang dibutuhkan (perdagangan, pertanian, perindustrian dan sebagainya)

2. Pembangunan wilayah dan daerah

Saat ini Negara RI dalam proses pembangunan tahap tinggal landas (*take off*).

Dalam rangka pemerataan pembangunan dan penyebaran penduduk diseluruh pelosok Indonesia, transportasi sebagai sarana dan prasarana penunjang untuk memenuhi kebutuhan akan jasa angkutan harus dibarengi sejalan dengan program pembangunan guna memenuhi kebutuhan tersebut.

3. Perdagangan ekspor dan impor merupakan satu segi yang menentukan berapa jumlah jasa transportasi yang diperlukan untuk perdagangan

tersebut, umpama jumlah tonnage kapal yang harus disediakan setiap tahunnya.

4. Industrialisasi

Proses industrialisasi di segala sektor ekonomi dewasa ini yang merupakan program pemerintah untuk pemerataan pembangunan, akan membawa dampak terhadap jasa-jasa transportasi yang diperlukan. Permasalahan sampai berapa jauh penyediaan jasa-jasa angkutan tersebut dapat dipenuhi oleh karena banyak faktor-faktor yang mempengaruhi, seperti:

- a. Peralatan yang dioperasikan
- b. Masalah teknis alat angkut yang digunakan
- c. Jumlah alat angkut yang tersedia
- d. Masalah pengelolaan pengangkutan (segi manajemen operasional)
- e. Jasa-jasa angkutan merupakan jasa *slow yielding* (hasilnya lambat) sedang biaya investasi dan pemeliharaannya besar.

5. Transmigrasi dan penyebaran penduduk

Transmigrasi dan penyebaran penduduk ke seluruh daerah Indonesia salah satu faktor demand yang menentukan banyaknya jasa-jasa angkutan yang harus disediakan oleh perusahaan angkutan. selain daripada jasa-jasa angkutan yang harus disediakan, harus diperhatikan pula keamanan, ketepatan, keteraturan, kenyamanan, dan kecepatan yang dibutuhkan oleh pengguna jasa transportasi

6. Analisa dan proyeksi akan permintaan jasa transportasi.

Sehubungan dengan faktor-faktor tersebut diatas, untuk memenuhi permintaan akan jasa-jasa angkutan, perlu diadakan perencanaan transportasi yang mantap dan terarah, agar dapat menutupi kebutuhan akan jasa angkutan yang diperlukan oleh masyarakat pengguna jasa. Peralatan analisis dan proyeksi untuk mengetahui berapa permintaan (*demand analisis*) yang dibutuhkan.

Secara makro dapat digunakan untuk mengetahui total permintaan akan jasa transport.

a. Analisis ratio

Dengan analisis ratio yaitu membandingkan antara kebutuhan dan penyediaan jasa-jasa transportasi setiap bulan kwartal dan tahun, bisa diketahui pertambahan, penurunan, permintaan akan jasa-jasa angkutan termaksud. Metode ini sangat sederhana dan mudah diaplikasikan dalam praktek sehari-hari.

b. Pendekatan secara matematis

Analisis secara matematis hasilnya akan lebih baik dari pada metode analisis ratio, karena, dalam hal ini digunakan rumus-rumus matematika / statistik. Salah satu cara yang dapat kita gunakan adalah dengan "analisis garis regresi (*regression analisis*) garis regresi memakai fungsi linear".

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_n X_n + U$$

Y = adalah fungsi linear (umpama jumlah trip)

U = menerangkan random error coefficient:

a_0 , a_1 dan a_n adalah besarnya (luasnya) error pada U^2 yaitu antara yang aktual dengan yang diramal.

Koefisiensi merupakan faktor variabel terhadap X , yang menunjukkan adanya perubahan-perubahan atas *dependet variabel* pada X .

2.1.5.2. Segi Penawaran (Supply)

Penyediaan jasa-jasa transportasi untuk memenuhi kebutuhan masyarakat ada kaitannya dengan permintaan akan jasa transportasi secara menyeluruh. Tiap moda transportasi mempunyai sifat, karakteristik dan aspek teknis yang berlainan, hal mana akan mempengaruhi terhadap jasa-jasa angkutan yang ditawarkan oleh pengangkutan. Dari segi penawaran atau supply jasa-jasa angkutan dapat kita bedakan dari segi:

1. Peralatan yang digunakan
2. Kapasitas yang tersedia
3. Kondisi teknis alat angkut yang dipakai
4. Produksi jasa yang dapat oleh Perusahaan angkutan.
5. Sistem pembiayaan dalam pengoperasian alat pengangkutan.

Dari segi penyedia jasa harus memperhatikan benar-benar agar pengguna jasa angkutan merasa puas yang berhubungan dengan:

1. Keamanan
2. Ketepatan
3. Keteraturan
4. Kenyamanan

5. Kecepatan
6. Kesenangan
7. Kepuasan

Dalam pengangkutan tersebut

Sebelumnya telah diuraikan dimuka bahwa sifat, karakteristik aspek teknis moda transportasi tidak sama, hal mana dalam pengoperasian masing-masing moda (sistem transportasi akan berbeda yang satu dengan yang lain dilihat dari segi penyedia jasa (supply).

Dari sudut penawaran jasa angkutan untuk ukuran jarak, kecepatan angkutan yang digunakan dapat kita klasifikasikan menurut unsur-unsur operasional dalam beberapa golongan seperti dibawah ini.

Pengelompokkan transportasi darat

A. angkutan jalan raya

1. *Vehicles* (alat angkut)

1. Bus
2. Truck
3. Kendaraan Gandeng dan Trailer

2. *Ways* (jalan)

1. Rambu-rambu jalan
2. *Traffic lights*
3. Jembatan timbang
4. Alat pengujian
5. Kendaraan penguji

6. Jaringan jalan

3. Terminal : Terminal bus, Terminal truck

B. Angkutan kereta api

1. *Vehicles* (alat angkut)

1. Lokomotip
2. Gerbong barang
3. Kereta penumpang
4. Kapal ferry
5. Gerbong peti kemas

2. *Ways* (jalan)

1. Jalan/rel.
2. Bantalan
3. Jembatan
4. Signal, navigasi, telekomunikasi

3. Terminal (*stasiun*)

1. Stasiun
2. Gudang
3. Depot/balai kerja

C. Angkutan sungai danau dan penyebrangan (ASDP)

1. *Vehicles* (alat angkut)

1. Kapal sungai/kapal ferry

2. *Ways* (jalan)

1. Rambu-rambu sungai / danau

2. Pengerukan / pembersih
 3. Kapal Inspeksi
 4. Telekomunikasi
3. Terminal (pelabuhan penyebrangan)
1. Kade
 2. Terminal penumpang, gudang, kantor
 3. Depot minyak
 4. Listrik
 5. Air

Pengelompokan transportasi udara

1. *Vehicles* (alat angkut)
 1. Kapal terbang domestik flight, trunk lines, feeder lines, regional lines
 2. Kapal-kapal terbang internasional flights
2. *Ways* (Jalur penerbangan)
 1. Telecommunication & navigation aid
 2. Meteorologi penerbangan
 3. Penerangan Landasan
 3. ATC (air traffic control)
3. Terminal (pelabuhan udara)
 1. Landasan, apron, taxi way
 2. Listrik
 3. Air
 4. Pemadam kebakaran

5. Office terminal
6. Passenger Terminal
7. Alat bongkar muat
8. Kesehatan penerbangan
9. Kendaraan
10. Gudang
11. Hanggar
12. Jaringan jalan
13. Tanah pemagaran dan sebagainya

Pengelompokkan transportasi laut

1. *Vehicles* (alat angkut)
 1. Kapal antar pulau
 2. Kapal samudera
 3. Kapal lokal
 4. Kapal armada rakyat
 6. Log carrier
2. *Ways* (Alur pelayaran dan rambu-rambu)
 1. Pengerukan
 - a. Armada keruk
 1. Kapal keruk tunda
 2. Kapal keruk cangkram
 3. Bak lumpur
 4. Rumah apung

5. Bak minyak
 6. Kapal gandeng
 7. Pipa ponton laut
 8. Pipa ponton darat
 9. Perawatan, perbaikan armada / docking
- b. Bengkel keruk
1. Steiger
 2. Dock
 3. Perbengkelan
 4. Gedung / kantor
 5. Listrik
 6. Air
 7. Kendaraan
- c. Kegiatan pengerukan
1. Pengerukan rutin
 2. Pengerukan development
2. Perambuan dan penerangan pantai
- a. Kapal-kapal rambu
 - b. Bengkel-bengkel rambu
 - c. Dermaga rambu
 - d. Mercusuar
 - e. Pelampung suar
 - f. Rumah jaga

- g. Kendaran
- 3. Telekomunikasi & navigasi laut
 - a. Stasiun radio pantai
 - b. Stasiun radio fixed
 - c. Rumah marconist
 - d. Bengkel telekom
 - e. Kendaraan
- 4. Kapal-kapal pemerintah
- 3. Terminal (pelabuhan laut)
 - 1. Kade
 - 2. Gudang
 - 3. Air
 - 4. Listrik
 - 5. Alat bongkar muat
 - 6. Jaringan jalan dipelabuhan
 - 7. Pemecah gelombang
 - 8. Bangunan / unit kerja
 - 9. Kendaraan
 - 10. Fire fighting equipment
 - 11. Tug boat/ kapal tunda/ terminal

Dari uraian diatas nyata bahwa untuk penawaran jasa transportasi beraneka ragam dan multi kompleks. Guna meramalkan penjualan jasa

angkutan sebaiknya digunakan metode statistik dan matematek (analisis garis regresi dan analisis korelasi)

2.1.6. Biaya Transportasi

2.1.6.1. Konsep biaya

Biaya adalah faktor yang menentukan dalam transportasi untuk penetapan tarif, alat kontrol, agar dalam pengoperasian mencapai tingkat efektivitas dan efisien.

1. Biaya adalah sebagai Dasar Penentuan Tarif Jasa Angkutan / Transportasi.

Tingkat tarif transportasi didasarkan pada biaya pelayanan yang terdiri dari:

- a. Biaya langsung
- b. Biaya tidak langsung

Oleh karena itu biaya pelayanan (*Cost of Service*) sebagai dasar dan fundamental untuk struktur pentarifan.

2. Biaya modal dan biaya operasional
 - a. Biaya modal (*Capital cost*), adalah biaya yang digunakan untuk investasi.
 - b. Biaya operasional (*Operasional cost*), adalah biaya yang dikeluarkan untuk pengelolaan transportasi.
3. Biaya tetap dan biaya variabel

Biaya tetap adalah biaya yang dikeluarkan tetap setiap bulannya, sedangkan biaya variabel adalah biaya yang besarnya berubah tergantung pada pengoperasian alat-alat pengangkutan

4. Biaya kendaraan

Adalah jumlah biaya yang diperlukan untuk pengadaan bahan bakar, olie, ban kendaraan, suku cadang antar perbaikan (reparasi). Biaya ini disebut *automobile cost*.

5. Biaya gabungan (*Joint cost*)

Dalam pengoperasian alat-alat transportasi kita temukan *joint cost* atau dinamakan pula *commont cost*, contoh biaya angkutan barang (*cargo*) dan biaya angkutan penumpang yang menghasilkan biaya gabungan (*joint cost*).

6. Biaya langsung (*Direct cost*) dan biaya tidak langsung (*Indirect cost*)

a. Biaya langsung adalah jumlah biaya yang diperhitungkan dalam produksi jasa-jasa angkutan missal untuk penerbangan biaya langsung terdiri dari bahan baker, gaji awak pesawat, biaya pendaratan.

b. Biaya tidak langsung bagi penerbangan terdiri dari peralatan reparasi, workshop, akuntansi dan biaya umum / kantor

7. Biaya unit dan biaya rata-rata

a. Biaya unit (*unit cost*) adalah jumlah total biaya dibagi unit produk jasa yang dihasilkan.

2.1.6.2. Struktur Biaya

1. Kapasitas angkutan

Kapasitas angkutan adalah kemampuan suatu alat angkutan untuk memindahkan muatan atau barang dari satu tempat ke tempat lain dalam waktu tertentu. Unsur-unsur kapasitas angkutan terdiri dari berat muatan, jarak yang ditempuh, dan waktu yang dibutuhkan untuk angkutan tersebut.

Dapat disimpulkan bahwa kapasitas angkutan terdiri dari :

a. Sifat barang yang diangkut

Sifat barang yang diangkut mencakup sifat fisik, berat, isi, dan bentuk, menguap, mencair, dan sebagainya. Serta nilai ukurnya dalam uang. Penumpang pada prinsipnya, tidak terkecuali dari sifat fisik, walaupun penilaiannya dalam uang tidak lazim dilaksanakan. Contoh: suatu tanker raksasa dapat mengangkut minyak mentah seberat 300.000 ton, dan tidak akan sanggup mengangkut sejumlah manusia dengan berat yang sama. Disini bentuk fisik menentukan kapasitas angkutan dari unit kapal tanker yang bersangkutan

b. Jenis alat angkut

Jenis alat angkut mencakup sifat fisik dari alat angkut yang bersangkutan, apakah alat tersebut bergerak di daratan, di laut atau di udara. Dengan kata lain, jenis alat angkut tertentu, menunjukkan kapasitas angkut dengan jenis muatan yang tertentu pula.

c. Jarak yang ditempuh

Jarak yang ditempuh mencakup kondisi fisik yang menunjukkan, apakah ada waktu tertentu jarak A – B dapat ditempuh melalui darat, laut, udara atau kombinasi. Kondisi daratan, lautan, dan udara dapat dibagi menurut sifat-sifat alamiah yang berlaku dalam jarak tersebut, seperti jalan raya, banyaknya tikungan naik turunnya jalanan. Untuk dilaut kondisi jarak yang harus ditempuh dipengaruhi oleh kondisi perairan, alur, kedalaman, ombak, karang. Untuk angkutan udara kondisinya pada prinsipnya sama seperti angkutan laut (alur udara, angin, ketinggian).

d. Kecepatan rata-rata

Kecepatan rata-rata secara normal menunjukkan kemampuan alat angkut yang bersangkutan untuk mengangkut muatan sesuai dengan jenisnya dalam waktu rata-rata yang diperlukan waktu berhenti untuk mengisi bahan bakar telah diperhitungkan.

Pengetian kapasitas angkutan pada dasarnya berlaku untuk semua jenis alat angkut. sudah barang tentu penyesuaian-penyesuaian dan pengecualian harus diperhitungkan bila menghadapi jam-jam tertentu. Kapasitas angkutan dapat berubah karena perubahan pada jarak (terusan-terusan ataupun jembatan-jembatan pada suatu waktu tidak dapat dilalui.

Kapasitas angkutan per unit satu jenis alat angkut harus diperhatikan analisa biaya dan penghasilan transportasi. Analisis menunjukkan, apakah dalam suatu pasar muatan tertentu membutuhkan

unit jenis alat angkutan yang lebih banyak yang tergabung dalam suatu perusahaan. Masalah utama yang dihadapi dalam transportasi adalah menentukan jumlah kapasitas angkutan optimal untuk suatu perusahaan dalam konstelasi pasaran muatan tertentu. Pada hakikatnya, kapasitas angkutan sama artinya dengan kapasitas produksi suatu perusahaan. Perbedaan yang mungkin timbul terletak pada kebebasan untuk memilih jenis-jenis muatan, jarak angkutan dan jam kerja yang optimal, dimana keleluasaan perusahaan transportasi terbatas. Di lain pihak penambahan kapasitas angkutan pada perusahaan transportasi umumnya menimbulkan masalah pengawasan meningkat dibandingkan dengan perusahaan-perusahaan produksi disebabkan mobilitas dari alat angkutan itu sendiri.

Pengalaman menunjukkan, bahwa semakin jauh unit alat angkutan beroperasi dari pusat pengawasan, semakin sulit pengawasannya. Hal ini di dalam praktek merupakan faktor utama yang harus diperhatikan dalam pertumbuhan kapasitas angkutan. perlu diperhatikan, bahwa kapasitas angkutan suatu perusahaan terdiri atas kapasitas "arah tujuan" dan kapasitas "kembali ke pangkalan".

2. Struktur biaya

Jasa angkutan seperti jasa-jasa lainnya tidak dapat diproduksi, di simpan seperti barang. Oleh karena itu dalam suatu perusahaan angkutan harus dipisahkan " jumlah jasa-jasa yang di produksi" dan " jumlah jasa-jasa yang terjual". Jumlah jasa yang terjual lebih kecil dari jumlah jasa

yang di produksi pada waktu tertentu, hal ini terjadi karena kapasitas angkutan perusahaan tidak dapat dimanfaatkan sebagaimana mestinya:

- a. Muatan yang diangkut memiliki berat atau isi dan bentuk tidak sesuai dengan persyaratan.
- b. Penggunaan kapasitas angkutan waktu kembali ke pangkalan lebih sedikit dibandingkan dengan waktu berangkat dari pangkalan.

Penggunaan kapasitas angkutan suatu perusahaan adalah penggunaan kapasitas angkutan dikalikan dengan trip yang dijalani, dan jumlah ini merupakan perbandingan antara jasa yang terjual dengan jasa yang dihasilkan. Kecepatan transportasi mempengaruhi atas kapasitas angkutan.

Struktur biaya suatu perusahaan jasa angkutan tergantung dari kapasitas angkutan dan kecepatan alat angkutan yang digunakan, serta penyesuaian terhadap besar arus angkutan yang berlaku, termasuk manajemen perusahaan untuk mengatur jalannya penggunaan kapasitas angkutan.

Jumlah biaya jasa angkutan tergantung dari

1. Jarak dalam ukuran ton-kilometer
2. Tingkat penggunaan kapasitas angkutan dalam ukuran waktu.
3. Sifat khusus dari muatan

Berdasarkan data di atas dapat dibedakan tiga komponen biaya:

1. Biaya angkutan (dalam perjalanan)

2. Biaya penyediaan dan persiapan alat-alat angkutan termasuk biaya penyimpanan dan terminal (biaya berhenti)
3. Biaya-biaya khusus yang ditimbulkan oleh sifat khusus muatan

Biaya angkutan dapat berubah menjadi "biaya penyediaan dan persiapan" tergantung dari jauhnya jarak yang ditempuh. Secara perhitungan kita dapat memperoleh *biaya menurut waktu tertentu, biaya per ton-kilometer untuk muatan per ton-kilometer, biaya per kilometer netto atau per kilometer bruto*. Kapasitas angkutan kali jarak yang ditempuh menunjukkan *ukuran per ton netto*. Berat muatan tambah berat alat angkutan kali jarak yang ditempuh menunjukkan *ukuran per ton bruto*. Bila jumlah *jasa-jasa angkutan yang diproduksi* atau jumlah *jasa-jasa angkutan yang terjual* berubah, artinya kalau *kapasitas angkutan* atau *kecepatan alat angkutan* berubah, ataupun diadakan *penyesuaian baru terhadap arus angkutan lain*, maka didalam *biaya-biaya angkutan dalam perjalanan, biaya berhenti* (penyediaan dan persiapan) dan *biaya-biaya khusus* maka diperoleh :

1. Biaya-biaya tidak variabel
2. Biaya berubah sesuai dengan perubahan arus angkutan keseluruhan, dan
3. Perubahan biaya yang berorientasi pada sebagian dari sektor yang menentukan perubahan arus angkutan.

Pada umumnya ada kemungkinan untuk men-substitusi "biaya berhenti" terhadap biaya berjalan" dan sebaliknya, maupun berupa

substitusi partial ataupun substitusi secara total. Umpama suatu satuan biaya berjalan pada jarak yang relatif lebih jauh membutuhkan tambahan biaya yang dapat diimbangi oleh hilangnya sebagian biaya berhenti yang dibagikan pada jarak yang lebih jauh itu. Dengan demikian satuan biaya (ataupun biaya rata-rata) tetap, walaupun ada pengurangan ataupun peningkatan penggunaan kapasitas angkutan, bila jarak yang ditempuh diubah-ubah pula.

Dari uraian diatas dapat dirinci jenis-jenis biaya dalam perusahaan:

1. Biaya berhenti (termasuk biaya penyediaan dan persiapan untuk dapat melakukan fungsi transportasi):
 - a. Alat angkutan dan personilnya (*crew*)
 - b. *Maintenance* (jasa-jasa) dan penggantian *spare parts* dan pelumas.
 - c. Biaya berhenti (parkir, berlabuh, mendarat di lapangan terbang)
 - d. Biaya penyimpanan (garasi, pelabuhan)
 - e. Biaya inspeksi teknis dari jawatan yang bersangkutan.
2. Biaya perjalanan dan operasional
 - a. Bahan bakar
 - b. Pungutan-pungutan dijalan (khusus di bidang usaha angkutan laut biaya jasa-jasa pandu atau *loods* yang mengatur kapal ke pelabuhan atau keluar dari pelabuhan tertentu).
3. **Biaya-biaya khusus tergantung dari jenis muatan**
 - a. Perlindungan muatan terhadap pengaruh-pengaruh alam di perjalanan (hujan, matahari, dan lain-lain).

- b. Pemeliharaan angkutan hewan
- c. Khusus untuk penumpang, penyediaan akomodasi dan konsumsi.

Di dalam memahami struktur biaya-biaya angkutan perlu diperhatikan:

1. Jasa angkutan tidak dapat disimpan, seperti menyimpan barang-barang dalam gudang
2. Jasa-jasa angkutan tidak dapat diproduksi dalam pecahan-pecahan kapasitas angkutan yang tersedia.
3. Umumnya tiap-tiap jasa angkutan diproduksi menurut arah "berangkat dari pangkalan" dan "kembali ke pangkalan" (Asal-Tujuan (A/T))
4. Ada hal-hal tertentu yang menguntungkan:
 - a. Kecepatan
 - b. Berat muatan berangkat
 - c. Berat muatan kembali
 - d. Frekuensi pulang-pergi dalam periode tertentu
 - e. Waktu berhenti minimal
 - f. Waktu beroperasi maksimal

2.1.7. MANAJEMEN TRANSPORTASI

2.1.7.1. Fungsi Manajemen Transportasi

Dalam penggunaan sehari-hari terdapat beberapa istilah yang dapat diartikan sebagai manajemen, yakni pengurusan, pengelolaan, ketatalaksanaan, dan sebagainya. Dalam kaitannya dengan manajemen transportasi, manajemen dari suatu pengoperasian angkutan barang pada

suatu industri manufaktur, merupakan tanggungjawab lini karena sasaran utama perusahaan itu adalah mencapai keuntungan dari upaya memuaskan langganan. Dinamika bisnis juga menghendaki adanya fleksibilitas untuk fungsi jasa angkutan agar mampu menangani masalah-masalah dan sekaligus menetapkan lini-lini wewenang dan lini pelaporan yang jelas. Ada tiga tugas utama yang harus dihadapi oleh manajemen transportasi, yaitu :

1. Menyusun rencana dan program untuk mencapai tujuan dan misi organisasi secara keseluruhan.
2. Meningkatkan produktivitas dan kinerja perusahaan.
3. Dampak sosial dan tanggung jawab sosial dalam mengoperasikan angkutan.

Dari ketiga tugas utama tersebut, semuanya haruslah dilaksanakan secara bersama-sama, berkesinambungan dan berkelanjutan. Ini berarti bahwa tugas yang akan dilaksanakan tersebut haruslah direncanakan terlebih dahulu untuk mencapai hasil yang diharapkan. Untuk mendukung suksesnya pelaksanaan tugas tersebut maka harus ada tugas dan wewenang dari masing-masing pekerja transportasi dari tingkat manajer hingga bawahan. Adapun untuk fungsi dari manajemen transportasi adalah sebagai berikut :

1. Fungsi manajemen transportasi dalam industri manufaktur
 - a. Merencanakan, mengatur, dan mengkoordinasikan operasi serta administrasi segala bentuk angkutan di seluruh perusahaan

- sehingga dapat terselenggara seefisien mungkin, baik untuk angkutan barang maupun untuk angkutan penumpang.
- b. Menetapkan standar operasi dan perawatan semua bengkel kendaraan bermotor, dan menentukan persediaan bahan bakar, dan suku cadang.
 - c. Menetapkan standar biaya operasional, penyusunan staf, dan jasa-jasa penunjang.
 - d. Menentukan kendaraan bermotor mana yang paling cocok untuk semua kebutuhan perusahaan dengan mempertimbangkan harga dan manfaat ekonomis.
 - e. Membuat rencana penggantian semua kendaraan dengan menganalisa secara cermat biaya pengoperasiannya, kapasitas dan umur kendaraan.
 - f. Menjamin bahwa standar perawatan, pemeliharaan, perbaikan, dan jadwal ditaati sehingga kendaraan perusahaan selalu dalam kondisi efektif dilihat dari segi perbaikan mekanismenya.
 - g. Dalam hal menyewa atau mencarter kendaraan luar, menjamin tercapainya standar prestasi dengan cara membina kerja sama dengan perusahaan jasa angkutan yang bonafit.
 - h. Mengadakan hubungan erat dengan manajer perusahaan asuransi berkenaan dengan syarat-syarat asuransi kendaraan tentang premi, klaim kecelakaan, dan sebagainya.

- i. Menjalin kerja sama dengan perusahaan ekspedisi muatan kapal laut dan perusahaan pelayaran atau penerbangan.

2. Fungsi manajemen transportasi bagi perusahaan transportasi

- a. Merencanakan kapasitas dan jumlah armada
- b. Merencanakan jaringan trayek/lintas/rute serta menentukan jadwal keberangkatan.
- c. Mengatur pelaksanaan operasi armada dan awal kendaraan.
- d. Memelihara dan memperbaiki armada.
- e. Memberikan pelayanan kepada penumpang dan barang.
- f. Melaksanakan promosi dan penjualan tiket.
- g. Merencanakan dan mengendalikan keuangan.
- h. Mengatur pembelian suku cadang dan logistik.
- i. Merencanakan system dan prosedur untuk meningkatkan efisiensi perusahaan.
- j. Melaksanakan penelitian dan pengembangan perusahaan.
- k. Menjalin hubungan yang erat dengan instansi-instansi pemerintahan maupun instansi lainnya.

2.1.7.2. Tugas dan Sasaran Manajemen Transportasi

Tugas utama dari pelayanan manajemen transportasi adalah bagaimana memberikan pelayanan yang baik, dan menjamin bahwa barang yang dikirim tiba

ditempat tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya dan tepat pada waktunya dalam kondisi yang baik. Berkaitan dengan kegiatan distribusi fisik dan untuk melaksanakan manajemen transportasi yang baik sebagaimana telah diuraikan sebelumnya, maka tugas bagian transportasi dalam perusahaan adalah sebagai berikut :

1. Menyediakan kendaraan untuk mengangkut produk kepada pelanggan.
2. Merawat dan memperbaiki semua kendaraan milik perusahaan.
3. Memberikan saran dan usulan mengenai jadwal penggantian kendaraan termasuk pembelian.
4. Mengendalikan persediaan suku cadang, bahan bakar, dan oli.
5. Menyediakan jasa pengemudi.

Sasaran manajemen transportasi dalam industri atau manufaktur adalah memberikan pelayanan inter demi kepuasan langganan dan biaya yang terlihat dibebankan "at cost" pada langganan menurut proporsi yang wajar. Ini berarti bahwa sasaran utama dari manajemen transportasi adalah untuk memperkecil biaya atau harga tambahan dengan menggunakan keahlian dalam usaha pengadaan alat transportasi yang tepat jenisnya. Dengan kata lain, sasaran dari manajemen transportasi adalah untuk mencapai kegiatan operasi yang efektif untuk menjamin beban minimal pada harga pokok produk. Manajemen transportasi dalam suatu perusahaan transportasi haruslah mampu untuk :

1. Mencapai efisiensi operasional yang lebih tinggi
2. Mencapai standar perawatan dan layak jalan
3. Mencapai organisasi yang sehat

Dengan menetapkan pada standar sesuai dengan situasi dan kondisi dari masing-masing perusahaan guna mencapai ketiga sasaran tersebut maka direksi perusahaan yang bersangkutan menetapkan suatu pola untuk mencapai fungsi jasa transportasi yang efektif biaya (*cost effective*). Oleh karena itu, guna menunjang dalam pewujudan fungsi produk transportasi, maka sasaran yang harus dicapai oleh perusahaan pengangkutan umum adalah :

1. Menjamin penyelenggaraan angkutan yang aman dan keselamatan (*safety*),
2. Menjamin pengoperasian angkutan yang tertib dan teratur (*regularly*),
3. Mencapai efisiensi pengoperasian angkutan (*economy*).

Untuk mewujudkan hal tersebut, maka pemerintah melalui Departemen Perhubungan berkewajiban membina terwujudnya Sistem Transportasi Nasional (Sistranas) yang handal, efisien, dan efektif. Transportasi nasional yang efektif dalam arti kapasitasnya mencukupi, terpadu, tertib dan teratur, lancar, cepat dan tepat, aman, dan biaya terjangkau. Efisien dalam arti beban publik rendah, dan utilitas tinggi dalam suatu kesatuan jaringan transportasi nasional.

2.1.7.3. Kriteria Kinerja Transportasi

Untuk mengukur tingkat keberhasilan atau kinerja dari sistem operasi transportasi ada beberapa parameter/indikator yang bisa dilihat, yaitu :

1. Faktor Tingkat Pelayanan

a. Kapasitas

Kapasitas dinyatakan sebagai jumlah penumpang atau barang yang bisa dipindahkan dalam satuan waktu tertentu, misalnya orang, jam, berat (ton/kg/dll). Dalam hal ini kapasitas ini merupakan fungsi dari kapasitas

atau ukuran tempat atau sarana transportasi dan kecepatan serta mempengaruhi besarnya tenaga gerak yang dibutuhkan.

b. Aksesibilitas

Aksesibilitas menyatakan tentang kemudahan orang dalam menggunakan suatu transportasi tertentu dan bisa berupa fungsi dari jarak maupun waktu. Suatu sistem transportasi sebaiknya bisa diakses dengan mudah dari berbagai tempat dan pada setiap saat untuk mendorong orang menggunakannya dengan mudah.

2. Faktor Kualitas Pelayanan

a. Keselamatan

Keselamatan menyangkut kemungkinan adanya kecelakaan dan terutama berkaitan erat dengan sistem pengendalian yang digunakan. Apabila suatu sistem transportasi mempunyai

pengendalian yang ketat, maka biasanya mereka mempunyai tingkat keselamatan dan keamanan yang tinggi.

b. Keandalan

Keandalan berhubungan dengan faktor-faktor seperti ketepatan jadwal waktu dan jaminan sampai di tempat tujuan. Suatu sistem transportasi yang andal berarti bahwa penumpang/barang yang diangkut bisa sampai ke tempat tujuan dengan tepat waktu dan tidak mengalami gangguan atau kerusakan.

c. Fleksibilitas .

Fleksibilitas menyangkut kemudahan yang ada di dalam mengubah segala sesuatu sebagai akibat adanya kejadian yang berubah tidak sesuai dengan scenario yang direncanakan.

d. Kenyamanan

Kenyamanan transportasi sangat berlaku untuk angkutan penumpang yang erat kaitannya dengan masalah tata letak tempat duduk, sistem pengaturan udara di dalam kendaraan, ketersediaan fasilitas khusus seperti toilet, tempat makan, dan waktu operasi.

e. Kecepatan

Kecepatan merupakan faktor yang sangat penting dan erat kaitannya dengan masalah efisiensi sistem transportasi. Pada prinsipnya pelanggan selalu menginginkan kecepatan yang tinggi dalam transportasi agar segera sampai di tempat tujuan. Namun

demikian, keinginan tersebut kadang-kadang dibatasi oleh beberapa hal, misalnya kemampuan mesin atau tenaga penggerak yang digunakan, kemacetan lalu lintas dan kemampuan/kecakapan manusia dalam menggunakan alat transportasi tersebut.

f. Dampak

Dampak transportasi sangat beragam jenisnya, mulai dari dampak lingkungan (polusi, dan kebisingan), sampai dengan dampak sosial politik yang ditimbulkan/diharapkan oleh adanya suatu operasi lalu lintas serta besarnya konsumsi energy yang dibutuhkan.

2.1.8. Resiko Dalam Pengangkutan

Dalam transportasi masalah resiko (*risk*) sering terjadi baik yang menyangkut jiwa manusia maupun barang-barang muatan serta alat angkutnya (*means of transport*). Resiko adalah ketidak tentuan (*uncertainty*) yang bisa menyebabkan kerugian. Unsur ketidaktentuan dapat kita bagi atas:

1. Ketidaktentuan ekonomi, yaitu kejadian yang timbul sebagai akibat dari perubahan sikap konsumen, umpama perubahan selera konsumen karena perubahan teknologi
2. Ketidaktentuan yang disebabkan oleh alam. Misal : gempa bumi, badai, topan, dan lain-lain.
3. ketidaktentuan yang disebabkan oleh prilaku manusia

2.2. RISET OPERASI

Riset Operasi yang berasal dari kata Inggris merupakan suatu hasil studi operasi-operasi militer selama perang dunia II (Mulyono, hal 1, 2002). Setelah perang selesai, potensi komersialnya segera disadari dan pengembangannya telah cepat di Amerika Serikat, dimana lebih dikenal dengan nama Riset Operasi atau *Operations Research* (disingkat *OR*). Kini, *OR* banyak diterapkan dalam menyelesaikan masalah-masalah manajemen untuk meningkatkan produktivitas atau efisiensi, namun tidak jarang perusahaan-perusahaan yang melaporkan kegagalan dalam penerapan *OR* karena bermacam-macam alasan, seperti biaya aplikasi yang lebih besar dari manfaat yang diperoleh, persoalan yang terlalu rumit, atau ketiadaan ahli *OR*. Dalam literatur manajemen, *OR* sering dinamakan sebagai *management Science*.

Istilah Riset Operasi pertama kali digunakan pada tahun 1940 oleh Mc Closky dan Trefthen di suatu kota kecil, Bowdsey, Inggris. Pada masa awal perang 1939, pemimpin militer Inggris memanggil sekelompok ahli-ahli sipil dari berbagai disiplin dan mengkoordinasi mereka ke dalam satu kelompok yang disertai tugas mencari cara-cara yang efisien untuk menggunakan alat yang baru ditemukan yang dinamakan radar dalam suatu sistem peringatan dini menghadapi serangan udara. Kelompok ahli Inggris ini dan kelompok-kelompok lain berikutnya melakukan penelitian (*research*) pada operasi-operasi (*operations*) militer.

Setelah perang berakhir, keberhasilan kelompok-kelompok penelitian operasi-operasi dibidang militer menarik perhatian para industriawan yang sedang mencari penyelesaian terhadap masalah-masalah yang rumit. Pada tahun 50an, baik di Inggris maupun Amerika Serikat, adalah satu dasa warsa penting dalam sejarah OR. Selama periode ini, teknik-teknik pemrograman linier dan dinamik telah ditemukan dan diperluas. Langkah besar terjadi dalam penelitian murni tentang masalah persediaan produksi dan antri. Pada periode ini OR mulai mendapat pengakuan sebagai pelajaran yang bermanfaat di Universitas, dan kemudian materinya menjadi banyak dan penting bagi mahasiswa ekonomi, manajemen, administrasi umum, dan teknik. Saat ini di Indonesia mata kuliah ini lebih populer dengan nama Riset Operasi.

2.2.1. Model Dalam Riset Operasi

Model adalah abstraksi atau penyederhanaan realitas sistem yang kompleks dimana hanya komponen-komponen yang relevan atau faktor-faktor yang dominan dari masalah yang dianalisis diikutsertakan. Ia menunjukkan hubungan-hubungan (langsung dan tidak langsung) dari aksi dan reaksi dalam pengertian sebab dan akibat. Karena sebuah model adalah sebuah abstraksi realitas, ia akan tampak kurang kompleks dibanding realitas itu sendiri. Model itu, agar menjadi lengkap, perlu mencerminkan semua realitas yang sedang diteliti.

Salah satu alasan pembentukan model adalah untuk menemukan variabel-variabel apa yang penting atau menonjol. Penemuan variabel-variabel yang penting itu berkaitan erat dengan penyelidikan hubungan yang ada diantara variabel-variabel itu. Teknik-teknik kuantitatif seperti statistik dan simulasi digunakan untuk menyelidiki hubungan yang ada diantara banyak variabel dalam suatu model.

Model dapat diklasifikasikan dalam banyak cara, misalnya menurut jenisnya, dimensinya, fungsinya, tujuannya, subyeknya, atau derajat abstraksinya. Kriteria yang paling biasa adalah jenis model. Jenis dasar itu meliputi : *iconic (physical)*, *analogue (diagramatic)*, dan *symbolic (mathematical)*.

Iconic (Physical) Model

Model iconic adalah suatu penyajian fisik yang tampak seperti aslinya dari suatu sistem nyata dengan skala yang berbeda. Contoh model ini adalah mainan anak-anak, potret, histogram, maket, dan lain-lain

Analogue Model

Model analogue lebih abstrak dibanding model iconic, karena tidak kelihatan sama antara model dengan sistem nyata. Contohnya jaringan pipa tempat air mengalir dapat digunakan dengan pengertian yang sama sebagai distribusi aliran listrik.

Mathematic (Symbolic) Model

Diantara jenis model yang lain, model matematik sifatnya paling abstrak. Model ini menggunakan seperangkat simbol matematik untuk menunjukkan komponen-komponen (dan hubungan antar mereka) dari sistem nyata. Namun, sistem nyata tidak selalu dapat diekspresikan dalam rumusan matematik. Model ini dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu: deterministik dan probabilistik. Model deterministik dibentuk dalam situasi kepastian (*certainty*). Model ini memerlukan penyederhanaan-penyederhanaan dari realitas karena kepastian jarang terjadi. Namun, keuntungan model ini adalah bahwa ia dapat dimanipulasi dan diselesaikan lebih mudah. Jadi, sistem yang rumit dapat dimodel dan di analisa jika dapat diasumsikan bahwa semua komponen sistem itu dapat diketahui dengan pasti.

Model probabilistik meliputi kasus-kasus dimana diasumsikan ketidakpastian. Meskipun penggabungan ketidakpastian dalam model dapat menghasilkan suatu penyajian sistem nyata yang lebih realistik, model ini umumnya lebih sulit untuk dianalisa.

Kadang-kadang, model yang pertama kali dibuat masih terlalu rumit. Ada beberapa cara untuk membuat model menjadi lebih sederhana, misalnya:

1. Melinierkan hubungan yang tidak linier.
2. Mengurangi banyaknya variabel atau kendala.
3. Mengubah sifat variabel, misalnya diskrit menjadi kontinyu.
4. Mengganti tujuan ganda menjadi tujuan tunggal
5. Mengeluarkan unsur dinamik (membuat model menjadi statistik)
6. Mengasumsikan variabel random menjadi suatu nilai tunggal (deterministik)

Pembentukan model adalah esensi dari pendekatan *Operations Research*. Karena solusi dari pendekatan ini tergantung pada ketepatan model yang dibuat. Philips, Ravindran, dan Solverg (1976) mengingatkan sepuluh prinsip dalam pembentukan model, yaitu:

1. Jangan membuat model yang rumit jika yang sederhana akan cukup.
2. Hati-hati dalam merumuskan masalah, agar disesuaikan dengan teknik penyelesaian.
3. Hati-hati dalam memecahkan model, jangan membuat kesalahan matematik
4. Pastikan kecocokan model sebelum diputuskan untuk diterapkan.
5. Model jangan sampai keliru dengan sistem nyata.
6. Jangan membuat model yang tidak diharapkan.

7. Hati-hati dengan model yang terlalu banyak.
8. Pembentukan model itu sendiri hendaknya memberkan beberapa keuntungan
9. Sampah masuk, sampah keluar artinya nilai satu model tidak lebih baik dari pada datanya
10. Model tidak dapat menggantikan pengambil keputusan.

2.2.2. Tahap-tahap Dalam Riset Operasi

Pembentukan model yang cocok hanyalah salah satu tahap dari aplikasi *OR*. Pola dasar penerapan *OR* terhadap suatu masalah dapat dipisahkan menjadi beberapa tahap.

1. Merumuskan Masalah

Sebelum solusi terhadap suatu persoalan dipikirkan, pertama kali suatu definisi persoalan yang tepat harus dirumuskan. Sering dilaporkan oleh organisasi-organisasi bahwa kegagalan dalam penyelesaian masalah diakibatkan karena kesalahan mendefinisikan persoalan. Dalam perumusan masalah ini ada tiga pertanyaan penting yang harus dijawab:

1. Variabel keputusan yaitu unsur-unsur dalam persoalan yang dapat dikendalikan oleh pengambil keputusan. Ia sering disebut sebagai instrumen.

2. Tujuan (*objective*). Penetapan tujuan membantu pengambil keputusan memusatkan perhatian pada persoalan dan pengaruhnya terhadap organisasi. Tujuan ini diekspresikan dalam variabel keputusan.
3. Kendala (*constraints*) adalah pembatas-pembatas terhadap alternatif tindakan yang tersedia.

2. Pembentukan Model

Sesuai dengan definisi persoalannya, pengambil keputusan menentukan model yang paling cocok untuk mewakili sistem. Model ini merupakan ekspresi kuantitatif dari tujuan dan kendala-kendala persoalan dalam variabel keputusan. Jika model yang dihasilkan cocok dengan salah satu model matematik yang biasa (misalnya linier), maka solusinya dapat dengan mudah diperoleh dengan program linier. Jika hubungan matematik mode begitu rumit untuk penerapan solusi analitik, maka suatu model probabilitas mungkin lebih cocok. Beberapa kasus membutuhkan penggunaan kombinasi model matematik dan probabilitas. Ini tentu saja tergantung pada sifat-sifat dan kerumitan sistem yang dipelajari.

3. Mencari Penyelesaian Masalah

Pada tahap ini bermacam-macam teknik dan metode solusi kuantitatif yang merupakan bagian utama dari OR memasuki proses. Penyelesaian masalah sesungguhnya merupakan aplikasi satu atau lebih teknik-teknik ini terhadap model. Seringkali, solusi terhadap model berarti nilai-nilai

variabel keputusan yang mengoptimumkan salah satu fungsi tujuan dengan nilai fungsi tujuan lain yang dapat diterima.

4. Validasi Model

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam pembentukan model harus absah. Dengan kata lain, model harus diperiksa apakah ia mencerminkan berjalannya sistem yang diwakili. Suatu metode yang biasa digunakan untuk menguji validitas model adalah membandingkan *performance* seperti masa lampau. Masalahnya adalah bahwa tak ada yang menjamin *performance* masa depan akan berlanjut meniru cerita lama.

5. Penerapan Hasil Akhir

Tahap terakhir adalah menerapkan hasil model yang telah diuji. Hal ini membutuhkan suatu penjelasan yang hati-hati tentang solusi yang digunakan dan hubungannya dengan realitas. Suatu tahap kritis pada tahap ini adalah mempertemukan ahli OR (pembentuk mode) dengan mereka yang bertanggung jawab terhadap pelaksanaan sistem.

2.2.3. Model Penugasan

Model penugasan merupakan suatu metode kuantitatif untuk mengalokasikan sumber daya kepada tugas atau pekerjaan atas dasar satu-satu (*one-to-one basis*) (Sitinjak, hal 79, 2006). Masalah Penugasan merupakan kasus khusus dari masalah linier programming. Dalam dunia usaha manajemen sering menghadapi masalah yang berhubungan dengan penugasan optimal dari bermacam-macam sumber yang produktif

atau personalia yang mempunyai tingkat efisiensi yang berbeda-beda untuk tugas yang berbeda-beda pula. Masalah penugasan menyangkut penempatan sumber pada tujuan yang tersedia agar biaya yang ditanggung dapat diminimumkan (Mulyono, hal 145, 2002). Model ini mirip dengan model transportasi. Bedanya, pada model penugasan jumlah pasokan pada setiap "sumber" dan jumlah permintaan pada setiap "tujuan" adalah satu.

Model penugasan merupakan kasus khusus dari model transportasi, dimana sejumlah M sumber ditugaskan kepada sejumlah N tujuan (satu sumber untuk satu tujuan) sedemikian sehingga di dapatkan total ongkos yang minimum. Biasanya yang dimaksud dengan sumber adalah pekerja (atau pekerjaan), sedangkan yang dimaksud dengan tujuan adalah mesin-mesin. Jadi dalam hal ini, ada m pekerjaan yang ditugaskan ke n mesin, dimana apabila pekerjaan i ($i = 1, 2, \dots, m$) ditugaskan kepada mesin j ($j = 1, 2, \dots, n$) akan muncul ongkos penugasan c_{ij} . Sebelum model ini dapat dipecahkan dengan teknik transportasi, terlebih dahulu persoalannya harus diseimbangkan terlebih dahulu (*dummy*), dengan demikian asumsi $m = n$. Penggambaran umum persoalan penugasan ini adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1. Tabel Penugasan

		Mesin				
		1	2	.	.	n
Pekerjaan	1	C ₁₁	C ₁₂	.	.	C _{1n}
	2	C ₂₁	C ₂₂	.	.	C _{2n}

	m	C _{m1}	C _{m2}	.	.	C _{mn}

1 1 . . 1

Secara matematis model penugasan ini dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$X_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{jika pekerjaan } i \text{ ditugaskan ke } j \\ 1, & \text{jika pekerjaan } i \text{ ditugaskan ke } j \end{cases}$$

Dengan demikian, model penugasan ini adalah:

$$\text{Minimumkan } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

Berdasarkan pembatas:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$X_{ij} = 0 \text{ atau } 1$$

Sehingga fungsi tujuan baru menjadi:

$$\begin{aligned}
 Z' &= \sum_i \sum_j c_{ij} x_{ij} = \sum_i \sum_j (c_{ij} - p_i - q_j) x_{ij} \\
 &= \sum_i \sum_j c_{ij} x_{ij} - \sum_i p_i \sum_j x_{ij} - \sum_j q_j \sum_i x_{ij}
 \end{aligned}$$

$$\text{Karena, } \sum_j c_{ij} x_{ij} = \sum_i x_{ij} = 1$$

Maka, $Z' = Z - \text{konstanta}$

Hal ini menunjukkan bahwa meminimumkan Z' akan menghasilkan solusi yang sama dengan dengan meminimumkan Z .

Langkah pertama mencari solusi penugasan adalah menyusun total *Opportunity Cost Table*, caranya kurangi elemen pada setiap baris dengan elemen yang terkecil pada baris itu. Berikutnya dilakukan pengurangan kolom.

Prosedur penemuan *Opportunity Cost Table* dapat dibalik, pertama dengan pengurangan kolom diikuti pengurangan baris. Penugasan dapat ditempatkan pada sel yang bernilai nol. Solusi optimum tercapai jika setiap sumber mengarah ke setiap tujuan masing-masing satu. Apakah penugasan optimum dapat secara langsung dibuat dari tabel *Opportunity Cost* dapat diperiksa melalui cara berikut. Tutup semua angka nol dengan menarik semua garis datar atau tegak dengan jumlah garis paling efisien. Jika jumlah garis itu lebih kecil dari jumlah baris atau kolom pada tabel, penugasan optimum belum dapat ditemukan. Langkah selanjutnya adalah kurangi semua angka yang tidak tertutup garis dengan angka terkecil yang tidak tertutup. Tambahkan angka terkecil itu pada angka yang menempati posisi silang, biarkan saja yang lain tetap. Tutup kembali dengan

menggunakan garis angka nol , jika didapati jumlah garis sama dengan jumlah baris atau kolom, Penentuan penugasan optimum selesai.

