

BAB III

TRANSPORTASI

3.1 Pengertian Transportasi

Transportasi berasal dari bahasa latin yaitu *transportare*, *trans* yang berarti seberang dan *portare* berarti mengangkut atau membawa, sehingga dapat disimpulkan pengertian transportasi adalah suatu kegiatan yang mengangkut barang atau penumpang dari suatu tempat ke tempat lain (Kadir10:2006).

3.2 Peranan Transportasi

Peranan transportasi mencakup dibidang yang luas di dalam kehidupan manusia yang meliputi berbagai aspek yaitu sebagai berikut:

1. Aspek sosial dan budaya

Dimana aspek sosial dan budaya merupakan kehidupan manusia dalam bermasyarakat tidak lepas dari transportasi. Dampak sosial dari transportasi pada peningkatan standar hidup. Dampak sosial lain dari transportasi adalah peningkatan pemahaman dan kemampuan masyarakat.

2. Aspek politis dan pertahanan

Dalam aspek politis dan pertahanan memiliki dua keuntungan, yaitu sebagai berikut:

- a. Transportasi dapat memperkokoh persatuan dan kesatuan antar sesama.
- b. Transportasi merupakan alat unsur pertahanan dan keamanan.

3. Aspek hukum

Dalam pengoperasian dan pemilihan alat transportasi diperlukan ketentuan hukum berkaitan hak, kewajiban, dan tanggung jawab serta asuransi.

4. Aspek teknik

Hal-hal yang berkaitan dengan pembangunan dan pengoperasian transportasi menyangkut aspek teknik yang harus menjamin keselamatan dan keamanan.

5. Aspek ekonomi

Dari aspek ekonomi pengangkutan dapat ditinjau dari sudut ekonomi makro dan ekonomi mikro, ekonomi makro pengangkutan merupakan salah satu prasarana yang menunjang pelaksanaan pembangunan nasional. Dari sudut ekonomi mikro pengangkutan dapat dilihat dari kepentingan dua pihak, yaitu sebagai berikut:

a. Pada pihak perusahaan pengangkutan (*operator*)

Pengangkutan merupakan usaha memproduksi jasa angkutan yang dijual kepada calon pengguna angkutan dengan memperoleh keuntungan.

b. Pada pihak pemakai jasa angkutan (*users*)

Pengangkutan sebagai salah satu dari arus bahan baku untuk produksi dan distribusi barang yang disalurkan ke pasar serta kebutuhan pertukaran barang di pasar. Agar kedua arus tersebut lancar maka jasa angkutan harus cukup tersedia dan biayanya sebanding dengan seluruh biaya produksi.

3.3 Fungsi Transportasi

Untuk menunjang perkembangan ekonomi yang lebih baik perlu dicapai keseimbangan antara persediaan dan permintaan jasa angkutan. Jika penawaran jasa transportasi melebihi permintaannya maka akan menimbulkan persaingan yang tidak sehat dan yang menyebabkan banyak perusahaan transportasi mengalami kerugian dan akan menghentikan kegiatan, sehingga jasa transportasi berkurang dan menyebabkan ketidاكلancaran arus.

Pengangkutan berfungsi sebagai faktor penunjang dan pembangunan dan pemberi jasa bagi perkembangan ekonomi.

3.4 Manfaat Pengangkutan

Pengangkutan bukanlah tujuan, melainkan sarana untuk mencapai tujuan sementara itu, kegiatan masyarakat sehari-hari bersangkut-paut dengan produksi barang dan jasa untuk memenuhi kebutuhannya yang beraneka ragam. Oleh karena itu, manfaat pengangkutan dapat dilihat dari berbagai segi kehidupan masyarakat yang dapat dikelompokkan dalam beberapa manfaat pengangkutan yaitu sebagai berikut:

a. Manfaat Ekonomi

Manfaat ekonomi bagi masyarakat sebagai sesuatu yang berkait dengan produksi dan distribusi. Masyarakat menggunakan sumber daya untuk memenuhi kebutuhannya untuk mencapai kenikmatan dan kenyamanan. Oleh masyarakat tidak berhenti memproduksi sumber daya alam dimana-mana untuk membangun berbagai jenis

barang yang diperlukan meskipun diketahui sumber alam tidak terdapat disemua tempat.

b. Manfaat Sosial

Manfaat sosial hidup bermasyarakat dan berusaha hidup selaras dengan yang lain. Untuk kepentingan hubungan sosial, pengangkutan sangat membantu dalam menyediakan kemudahan, antara lain yaitu:

- a) Pelayanan untuk perorangan maupun berkelompok.
- b) Pertukaran atau penyampaian informasi.
- c) Perjalanan untuk rekreasi.
- d) Perluasan jangkauan sosial.
- e) Mempersingkat jarak antara rumah dan tempat kerja.

c. Manfaat Politis dan Keamanan

Indonesia adalah negara kepulauan yang terdiri dari 17.508 pulau besar dan kecil dengan luas wilayah ribuan km^2 . Mengakibatkan pengangkutan menduduki tempat yang teramat terpenting dilihat dari pandangan politik. ada beberapa manfaat politis pengangkutan yang dapat berlaku diberbagai negara yaitu:

- a) Pengangkutan menciptakan persatuan dan kesatuan nasional yang semakin kuat dengan tidak mengadakan isolasi.
- b) Pengangkutan menyebabkan pelayanan kepada masyarakat yang dapat dikembangkan lebih metara pada setiap bagian wilayah suatu negara.
- c) Sistem pengangkutan yang efisien memungkinkan negara memindahkan dan mengangkut penduduk dari daerah yang mengalami musibah.

d. Manfaat Kewilayahan

Pada bagian sebelumnya telah dikatakan bahwa barang atau manusia berpindah atau bergerak dari tempat asal ke tempat tujuan karena daya tarik di tempat tujuan. Yang berarti ada kesenjangan jarak antara tempat asal dan ketempat tujuan, untuk mengatasi kesenjangan jarak dibutuhkan pengangkutan maupun komunikasi.

Sistem pengangkutan dan komunikasi diciptakan atau dikembangkan setelah permintaan untuk memenuhi kebutuhan pengangkutan dan komunikasi, telah dikemukakan bahwa permintaan jasa angkutan maupun komunikasi adalah permintaan turunan. Setelah memahami bahwa pengangkutan dan tata guna lahan tidak dapat dipisahkan. Pengangkutan yang terwujud menjadi lalu lintas pada hakikatnya adalah kegiatan menghubungkan dua lokasi tata guna lahan yang mungkin berbeda, atau sama.

Mengangkut manusia atau barang dari suatu tempat ke tempat yang lain, yang berarti mengubah nilai ekonomi manusia atau barang. Pengangkutan adalah bagian kegiatan ekonomi yang menyangkut dengan pemenuhan kebutuhan manusia dengan cara mengubah letak geografis barang atau manusia. Yang berarti salah satu tujuan penting perencanaan tata guna lahan atau sistem pengangkutan adalah menuju ke seimbangan yang efisien antara potensi guna lahan dengan kemampuan pengangkutan.

3.5 Faktor Penentu Pengembangan Transportasi

Menurut Nasution (2003) terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi perkembangan transportasi di masa akan datang adalah sebagai berikut:

a. Ekonomi

Ekonomi merupakan dasar dari dikembangkannya sistem transportasi, dengan tujuan utama untuk mengurangi biaya produksi dan distribusi.

b. Geografi

Geografi dikembangkan sistem transportasi pada awalnya adalah untuk mengatasi keadaan alam dan kemudian berkembang dengan upaya untuk mendekatkan sumber daya dengan pusat produksi. Terdapat beberapa sistem transportasi yang dikembangkan secara spesifik pada beberapa daerah khusus untuk mengatasi masalah di daerah tersebut.

c. Politik

Politik adalah untuk menyatukan daerah-daerah dan mendistribusikan kemakmuran ke seluruh pelosok suatu negara tertentu.

d. Pertahanan dan keamanan

Sistem transportasi dari segi pertahanan keamanan negara adalah untuk memperluas pembelaan diri dan menjamin terselenggaranya pergerakan dan akses yang cepat ke tempat-tempat strategis.

e. Teknologi

Adanya penemuan-penemuan teknologi baru tentu akan mendorong kemajuan di seluruh sistem transportasi.

f. Kompetisi

Dengan adanya persaingan, baik antar moda, maupun dalam bentuk lainnya, seperti pelayanan secara tidak langsung akan mendorong perkembangan sistem transportasi.

g. Urbanisasi

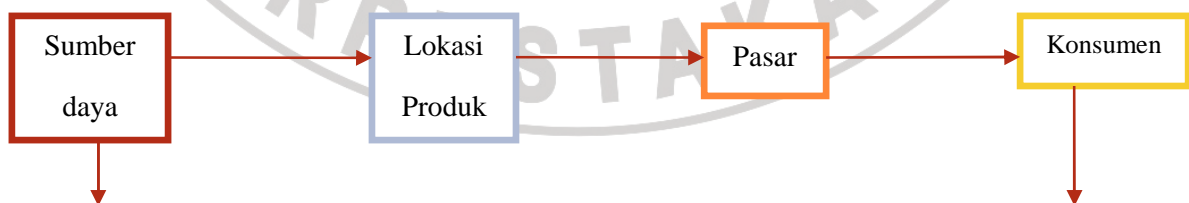
Meningkatkan urbanisasi, maka pertumbuhan kota-kota akan semakin meningkat jaringan transportasi untuk menampung pergerakan masyarakat.

3.6 Unsur Pengangkutan, Pembiayaan, Organisasi dan Sistem Transportasi

Unsur Pengangkutan

3.6.1 Unsur Pengangkutan

Pengangkutan diperlukan karena sumber kebutuhan manusia tidak terdapat di sembarang tempat. Sumber yang berupa bahan baku yang harus melalui tahapan produksi dan lokasinya tidak selalu di lokasi manusia sebagai konsumen. Kesenjangan jarak antara lokasi sumber daya alam, lokasi produksi, dan lokasi konsumen pengangkutan. Seperti yang ada digambar dibawah ini.



Gambar 3.1
Bagan Pengangkutan

Dari gambar diatas dapat disimpulkan bahwa pengangkutan mencakup lima unsur pokok yaitu;

- 1) Manusia yang membutuhkan.
- 2) Barang yang dibutuhkan.
- 3) Kendaraan sebagai prasarana angkutan.
- 4) Organisasi (pengelola angkutan) dan tenaga kerja.

3.6.2 Pembiayaan Pengangkutan

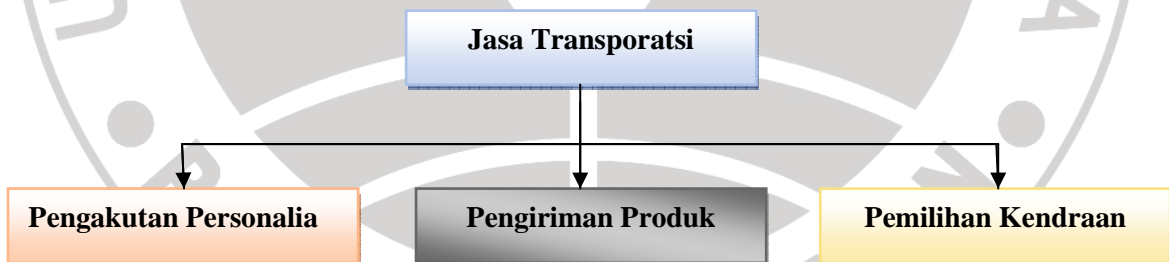
Menurut Nasution (2003) pembiayaan pengangkutan adalah pembiayaan pengadaan, pemeliharaan, dan pengoperasian peralatan transportasi dilakukan oleh perusahaan angkutan tersebut. Perbedaan dalam biaya pembiayaan pengadaan dan pemeliharaan peralatan basis ini tergambar pada komposisi biaya pada perusahaan-perusahaan angkutan, pada perusahaan bus, perusahaan penerbangan, dan perusahaan pelayaran, beban biaya tetap ini kecil, karena jenis biaya yang terbesar pada ketiga perusahaan angkutan ini adalah biaya variabel.

Pengangkutan dapat terwujud pada pergerakan orang atau kendaraan dari tempat asal menuju tempat tujuan, dapat disebut sebagai lalu lintas. Dalam hal ini barang merupakan muatan yang harus diangkut dari tempat asal ke tempat tujuan. Manusia adalah pengaturan agar pengangkutan bisa berjalan dengan lancar, aman, dan nyaman. Perusahaan travel X-Trans memiliki biaya pengangkutan dari tempat asal ke tempat tujuan dapat dilihat dilampiran (2).

3.6.3 Organisasi

Organisasi adalah pengelompokan tenaga kerja untuk bekerja sama untuk mencapai tujuan. Dalam organisasi hubungan antara tugas anggotanya merupakan hal yang paling penting, dimana dapat menjalin koordinasi untuk mencapai tujuan, pengangkutan selalu melibatkan banyak lembaga karena fungsi dan perannya masing-masing tidak seluruhnya ditangani pengangkutan menyangkut beberapa departemen, Departemen Pekerja Umum, Departemen Perhubungan, Departemen Dalam Negeri, Departemen Pertahanan, Keamanan, Departemen Keuangan (Nasution:2003).

Pilihan yang paling tepat untuk organisasi dilakukan setelah pertimbangan yang sama tentang dasar bisnis dan kemampuan serta keterampilan personalia yang terlibat dalam hal tersebut. Untuk menetapkan struktur organisasi yang tepat untuk divisi transportasi dalam organisasi, dibawah ini adalah gambar bagan organisasi jasa transportasi.



Gambar 3.3
Bagan Organisasi Jasa Transportasi

Dengan pola organisasi diatas jika seandainya perusahaan tidak memiliki kendaraan, memutuskan untuk beroperasi dengan menyewa kendaraan berdasarkan

kontrak yang telah ditentukan bahwa tanggung jawab berada di tangan pemilik kendaraan, maka pemeliharaan kendaraan tersebut tidak perlu. Setelah adanya struktur organisasi suatu fleksibilitas dalam organisasi akan diterima dengan baik oleh pemilik kendaraan.

3.7 Permintaan dan Penawaran

3.7.1 Permintaan Jasa Transportasi

Jasa transportasi bagi manusia sangat penting, manusia tidak dapat bergerak suatu kegiatan tanpa adanya jasa transportasi. Kepuasan manusia terhadap jasa transportasi pada dasarnya tidak disebabkan kepuasan diri sendiri terhadap jasa transportasi tetapi kepuasan yang diciptakan penggunaan jasa transportasi. Untuk kebutuhan bahan dasar manusia sangat bergantung pada jasa transportasi, tetapi bukan jasa transportasi kepuasan yang dituju karena kepuasan yang dimaksud adalah kepuasan akibat penggunaan kebutuhan-kebutuhan dasar.

Pada dasarnya permintaan jasa transportasi akan terjadi apabila antara dua tempat terhadap perbedaan kegunaan marjinal terhadap sesuatu barang, yang satu tinggi yang lain rendah. Pada umumnya biaya transportasi untuk produk-produk yang merupakan bagian yang kecil dari harga yang di pasar.

3.7.2 Sifat-sifat Permintaan Jasa Angkutan

Beberapa sifat khusus pada permintaan akan jasa transportasi yang membedakan dengan permintaan terhadap barang dan jasa, yaitu:

- a. *Derived demand* adalah permintaan akan jasa angkutan, merupakan suatu permintaan yang bersifat turunan yang sering disebut *derived demand*. Permintaan jasa transportasi akan terlaksana apabila ada faktor-faktor yang mendorong.
- b. Permintaan jasa transportasi adalah tidak mudah untuk digeser atau ditunda karena sangat dipengaruhi oleh fluktuasi waktu, yang bersifat harian, mingguan atau bulanan.
- c. Permintaan akan jasa transportasi sangat dipengaruhi oleh elastifitas pendapatan, apabila pendapatan naik, maka akan sebanding mengurangi pengeluaran.
- d. Jasa transportasi adalah jasa campuran (*product mixed*). Permintaan jasa transportasi adalah kompleks, karena permintaan tidak hanya dilandasi oleh keinginan untuk memindahkan sesuatu dari suatu tempat ke tempat yang lain.

Permintaan dan pemilihan pengguna jasa angkutan (*users*) jenis jasa transportasi sangat ditentukan oleh beberapa faktor yaitu sebagai berikut:

- a. Sifat-sifat dari muatan (*physical characteristics*)

Barang-barang yang bernilai dipadu dengan volume yang tidak besar.

- b. Biaya transportasi

Makin rendah biaya transportasi semakin banyak permintaan akan jasa transportasi. Tingkat biaya transportasi merupakan faktor penentu dalam pemilihan jenis jasa transportasi.

- c. Tarif transportasi

Tarif transportasi ditawarkan oleh berbagai macam moda transportasi, untuk tujuan yang sama.

d. Pendapatan calon pengguna jasa transportasi

Apabila pendapatan penumpang naik, maka akan lebih banyak jasa transportasi yang akan diminati oleh para calon penumpang.

e. Kecepatan angkutan

Pemilihan kecepatan sangat tergantung pada faktor waktu yang dimiliki oleh penumpang, yang mempunyai waktu sedikit akan lebih memilih moda transportasi yang cepat, faktor kecepatan yang menentukan moda transportasi.

f. Kualitas pelayanan

Kualitas pelayanan terdiri atas frekuensi, pelayanan baku, kenyamanan, ketepatan, keamanan, dan keselamatan.

3.7.3 Penawaran Jasa Transportasi

Penawaran jasa transportasi adalah suatu proses produksi yang ditawarkan suatu perusahaan jasa transportasi karena ketepatan keberangkatan, kenyaman, keselamatan, kecepatan, kualitas.

3.8 Perkembangan Transportasi

Perkembangan transportasi sekarang membawa dampak kehidupan manusia yang lebih baik. Bagi manusia berpindah ke tenaga mesin sehingga mempermudah manusia untuk melakukan aktifitas walaupun tempat atau tujuannya jauh.

Namun kendala yang harus dihadapi kemacetan yang semakin banyak di jalan yang mengakibatkan jumlah kendaraan pribadi tidak sebanding dengan peningkatan kapasitas jalan. Semakin banyak masyarakat yang menggunakan kendaraan umum,

semakin efektif pula penggunaan jalan raya, kendaraan umum merupakan salah satu pemecahan masalah yang dihadapi hampir semua kota-kota besar di dunia mengalami kemacetan.

3.9 Persoalan Transportasi

Situasi dunia yang semakin dinamis menyebabkan waktu pengambilan keputusan menjadi sangat penting. Pada saat yang sama parameter pengambilan keputusan tidak tersedia dengan lengkap dan jelas, akan tetapi pengambilan keputusan tetap optimal. Optimasi merupakan salah satu alat bantu bagi seseorang dalam mengambil keputusan.

Persoalan transportasi menjelaskan masalah pendistribusian suatu komoditas atau produk dari sejumlah sumber (*supply*) ke sejumlah tujuan (*demand*) dengan tujuan meminimumkan biaya pengangkutan.

Ciri-ciri khusus persoalan transportasi adalah:

1. Terdapat sejumlah sumber dan jumlah tujuan tertentu.
2. Kuantitas komoditas atau barang yang didistribusikan dari setiap sumber dan yang diminta oleh setiap tujuan, besarnya tertentu.
3. Komoditas yang dikirim atau diangkut dari suatu sumber ke suatu tujuan, besarnya sesuai dengan permintaan atau kapasitas sumber.
4. Biaya pengangkutan komoditas dari suatu sumber ke suatu tujuan, besarnya tertentu.

Model transportasi merupakan salah satu bentuk khusus dari program linear yang dikembangkan secara khusus untuk memecahkan masalah-masalah yang

berhubungan dengan transportasi (pengangkutan) dan distribusi produk atau sumber daya dari sumber (*supply*) ke berbagai yang lebih efisien.

Model matematika persoalan program linear terdapat ciri/karakteristik khusus pada permasalahan transportasi yaitu:

1. Semua fungsi kendala bertanda '='
2. Semua nilai a_{ij} bernilai 1 atau 0

3.10 Keseimbangan Transportasi

Suatu model transportasi dikatakan seimbang apabila total *supply* (sumber) dengan total *demand*(tujuan) saling memenuhi

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$$

Model transportasi, batasan tidak selalu terpenuhi jumlah *supply* yang tersedia mungkin lebih besar atau lebih kecil daripada jumlah *demand*. Jika hal ini terjadi, maka model transportasi disebut sebagai model yang tidak seimbang. Batasan di atas sebagai dasar dalam pengembangan teknik transportasi. Namun setiap persoalan transportasi dapat dibuat seimbang dengan memasukkan kolom *demand* atau baris *supply*.

Jika *demand* melebihi *supply* maka dibuat suatu sumber *dummy* yang akan memenuhi *supply* kekurangan tersebut yaitu sebanyak permintaan.

$$\sum_{j=1}^m b_i = \sum_{i=1}^n a_j \quad (3.1)$$

Sebaliknya, jika jumlah *supply* melebihi jumlah *demand*, maka dibuat suatu tujuan *dummy* untuk menyerap kelebihan tersebut yaitu sebanyak produk yang dihasilkan

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad (3.2)$$

Biaya transportasi per unit (c_{ij}) dari sumber *dummy* ke seluruh tujuan adalah nol. Dalam hal ini dari sumber *demand* tidak ada aktifitas pengiriman.

3.11 Model Umum Persoalan Transportasi

3.11.1 Asumsi Dasar

Model transportasi pada dasarnya merupakan sebuah program linier yang dapat dipecahkan oleh metode simpleks yang biasa. Tetapi strukturnya yang khusus memungkinkan pengembangan sebuah prosedur pemecahan, yang disebut teknik transportasi yang lebih efisien dalam hal perhitungan.

Asumsi dasar dari model ini adalah bahwa biaya transportasi di sebuah tujuan tertentu adalah profesional secara langsung dengan jumlah unit yang dikirimkan. Defenisi unit transportasi akan bervariasi bergantung pada jenis barang yang di kirimkan.

Model umum persoalan transportasi dilandasi pada asumsi-asumsi yaitu sebagai berikut:

1. Suatu produk yang ingin diangkat tersedia dalam jumlah yang tetap dan diketahui.
2. Produk tersebut akan dikirim melalui jaringan transportasi yang ada dengan memakai cara pengangkutan tertentu dari pusat-pusat permintaan.
3. Jumlah permintaan di pusat permintaan pun diketahui dalam jumlah tertentu dan tepat.

4. Biaya angkutan per-unit produk yang diangkut pun diketahui, sehingga tujuan kita untuk meminimumkan biaya total angkutan dapat tercapai.

Karena hanya ada satu jenis komoditas, pada dasarnya setiap daerah tujuan dapat menerima komoditas dari berbagai sumber.

3.11.2 Model Transportasi

Model transportasi merupakan sebuah jaringan dengan m sumber dan n tujuan. Sebuah sumber atau tujuan diwakili dengan sebuah node. Busur yang menghubungkan sebuah sumber dan sebuah tujuan mewakili rute pengiriman barang tersebut. Jumlah penawaran di sumber i adalah a_i dan permintaan di tujuan j adalah b_j . Biaya unit transportasi antara sumber i dan tujuan j adalah c_{ij} . Anggap X_{ij} mewakili jumlah barang yang dikirimkan dari sumber i ke tujuan j maka model program linier yang mewakili masalah transportasi ini secara umum adalah sebagai berikut:

$$\text{Minimum } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} X_{ij} \quad (3.3)$$

dengan kendala

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = s_i \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, m \quad (3.4)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = d_j \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, n \quad (3.5)$$

dan $x_{ij} \geq 0$ untuk semua i dan j

Model transportasi menentukan rencana transportasi sebuah barang dari sejumlah sumber ke sejumlah tujuan.

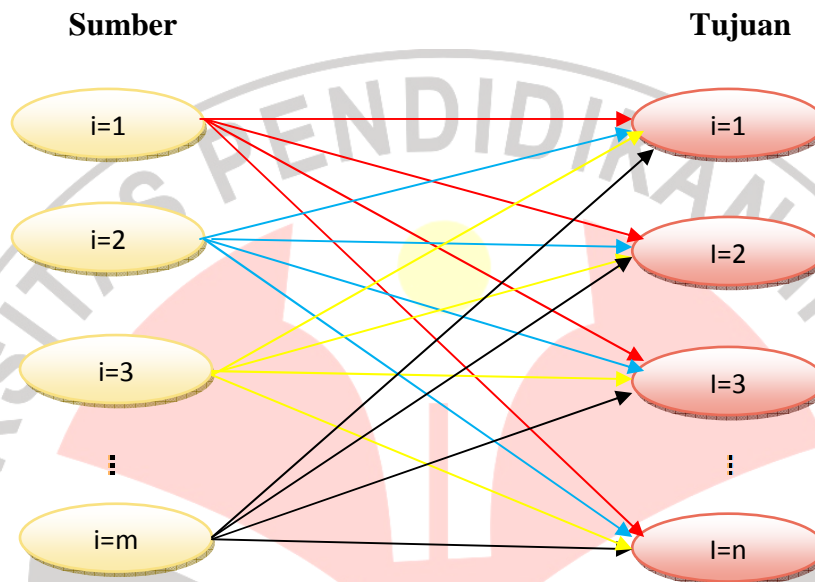
Data yang digunakan dalam model transportasi mencakup sebagai berikut:

1. Tingkat penawaran di setiap sumber dan jumlah permintaan di setiap tujuan.

2. Biaya transportasi/unit barang dari setiap sumber ke setiap tujuan.

Model transportasi dapat digambarkan sebagai berikut:

Misalkan ada m sebuah sumber dan n sebuah tujuan:



Gambar 3.4
Diagram Model Jaringan Transportasi

- Masing-masing sumber mempunyai kapasitas $a_i, i = 1, 2, 3 \dots m$
- Masing-masing tujuan membutuhkan komoditas sebanyak x_{ij} .
- Biaya pengiriman per unit dari sumber i ke tujuan adalah c_{ij} .

Dengan demikian, maka formulasi *program linear*nya adalah sebagai berikut:

$$\text{Minimum; } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (3.6)$$

$$\text{Batasan: } \left. \sum x_{ij} = a_i; i = 1, 2, \dots, m \right\}$$

$$\sum x_{ij} = b_j; i = 1, 2, \dots, m \quad (3.7)$$

$$x_{ij} \geq 0 \text{ untuk seluruh } i \text{ dan } j$$

Tabel 3.2
Model Transportasi

T A	T_1	T_2	...	T_j	...	T_n	S
A_1	$c_{11})x_{11}$	$c_{12})x_{12}$		$c_{ij})x_{ij}$		$c_{1n})x_{1n}$	S_1
A_2	$c_{21})x_{21}$	$c_{22})x_{22}$		$c_{2j})x_{2j}$		$c_{2n})x_{2n}$	S_2
⋮							
A_i	$c_{i1})x_{i1}$	$c_{i2})x_{i2}$		$c_{ij})x_{ij}$		$c_{in})x_{in}$	S_i
⋮							
A_m	$c_{m1})x_{m1}$	$c_{m2})x_{m2}$		$c_{mj})x_{mj}$		$c_{mn})x_{mn}$	S_m
D	d_1	d_2		d_j	...	d_n	$\sum d_j = \sum s_i$

Selain dalam bentuk gambar, model transportasi dalam bentuk tabel yaitu sebagai berikut:

Rumusan Persoalan *linear Programming* adalah:

$$x_{ij}; i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\text{dimana } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij} : \text{Minimum} \quad (3.8)$$

$$\text{dan } \sum_{j=1}^n x_{ij} \leq S_i, \quad \sum_{i=1}^m x_{ij} \geq d_j$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m x_{ij} \Rightarrow \sum_{i=1}^m S_i = \sum_{j=1}^n d_j, x_{ij} \geq 0 \quad (3.9)$$

3.12 Metode Yang Digunakan Untuk Pemecahan Masalah Transportasi

Untuk menyelesaikan persoalan transportasi, terlebih dahulu harus menentukan metode-metode apa yang harus digunakan adalah sebagai berikut

3.12.1 Metode NWCR (*North West Corner Rule*).

Metode NWCR (*North West Corner Rule*) adalah metode yang merupakan cara mengalokasikan yang dimulai dari kotak paling kiri atas yaitu pengalokasian sebanyak mungkin selama tidak melanggar batasan yang ada, yaitu sejumlah *supply* dan *demandnya*. Pengalokasian dilakukan menurun kebawah setelah itu ke kolom berikutnya sampai terpenuhi seluruh *supply* dan *demandnya*.

Metode *least Cost* adalah metode yang pengalokasiannya dimulai pada kotak dengan biaya yang terendah dan dilanjutkan dengan kotak biaya terendah selanjutnya yang belum terpenuhi nilai *demad* dan *supply*.

3.12.2 Metode VAM (*Vogel Appoximation Method*).

Metode VAM (*Vogel Appoximation Method*) adalah Metode yang pengalokasiannya dimulai dengan menentukan nilai selisih antara kotak dengan biaya terendah dan kotak dengan biaya terendah berikutnya untuk setiap baris dan kolom (selanjutnya sebut nilai selisih). Selanjutnya dipilih baris atau kolom dengan nilai selisih terbesar, dan dilakukan pengalokasian pada kotak dengan biaya terendah pada baris/kolom yang terpilih.

3.12.3 Langkah-langkah Metode NWCR (*North West Corner Rule*) dan Metode VAM (*Vogel Approximation Method*) sebagai berikut:

Langkah-langkah metode NWCR (*North West Corner Rule*)

1. Metode NWCR (*North West Corner Rule*)

Metode NWCR (*North West Corner Rule*) adalah metode yang merupakan cara mengalokasikan yang dimulai dari kotak paling kiri atas yaitu pengalokasian sebanyak mungkin selama tidak melanggar batasan yang ada, yaitu sejumlah *supply* dan *demandnya*.

- a. Pengisian/kotak atau kotak dimulai dari ujung kiri sebelah kanan atas
- b. Alokasikan jumlah maksimum (terbesar) sesuai dengan persyaratan, sehingga fisibel, untuk memenuhi permintaan.
- c. Bergerak ke kotak sebelah kanan apabila masih terdapat *supply* yang cukup. Apabila tidak cukup, bergerak ke kotak di bawahnya. Bergerak terus sampai suplai habis dan semua permintaan sudah terpenuhi.

2. Metode VAM (*Vogel's Approximation Method*) merupakan metode terbaik dari metode ke dua diatas. Penerapan metode ini walaupun tidak selalu menghasilkan pemecahan optimum akan tetapi dapat menghasilkan pemecahan yang optimal.

- a. Menghitung *opportunity cost* yang didasarkan pada dua biaya terkecil pada setiap baris dan kolom dan mengurangi keduanya, hasil perhitungan disebut dengan *penalty cost*.
- b. Memilih nilai *penalty cost* terbesar diantara baris dan kolom.

- c. Memilih biaya terkecil dari *penalty cost* terbesar dan mendistribusikan sejumlah nilai. Baris/kolom *penalty* yang sudah dipilih diabaikan untuk langkah yang selanjutnya.
- d. Menyesuaikan jumlah permintaan, dan penawaran untuk menunjukkan alokasi yang sudah dilakukan.
- e. Menghilangkan semua baris dan kolom dimana penawaran dan permintaan telah dihabiskan.
- f. Apabila jumlah penawaran dan permintaan belum sesuai, maka ulangi langkah pertama sampai terisi.

