

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. RISET OPERASI

2.1.1. Sejarah Riset Operasi

Istilah Riset Operasi pertama kali digunakan pada tahun 1940 oleh Mc Closky dan Treffthen di suatu kota kecil, Bowdsey, Inggris. Pada masa awal perang 1939, pemimpin militer Inggris memanggil sekelompok ahli-ahli sipil dari berbagai disiplin dan mengkoordinasikan mereka ke dalam suatu 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. Hasilnya sangat memuaskan, kesuksesan proyek manajemen radar ini menyebabkan pemimpin militer lebih mengandalkan riset operasi dalam membuat suatu keputusan operasional yang penting. (Hilier and Lieberman, 1990 : 4)

Setelah perang, keberhasilan kelompok-kelompok penelitian operasi di bidang militer menarik perhatian para industriawan yang sedang mencari penyelesaian terhadap masalah-masalah yang rumit. Pada tahun lima puluhan baik di Inggris maupun Amerika Serikat, adalah suatu dasa warsa

penting dalam sejarah Riset Operasi. Selama periode ini, teknik-teknik program linear dan dinamik telah ditemukan dan diperluas. Langkah besar terjadi dalam penelitian murni tentang masalah persediaan produksi dan antri (queueing) (Mulyono, 2004:1-2).

2.1.2. Arti Riset Operasi

Kata operations dapat didefinisikan sebagai tindakan-tindakan yang diterapkan pada beberapa masalah. Sementara kata research adalah suatu proses yang terorganisasi dalam mencari kebenaran akan masalah tadi. Kenyataannya, sangat sulit untuk mendefinisikan operations research, terutama karena batas-batasnya tidak jelas. OR memiliki bermacam-macam penjelasan, namun hanya beberapa yang biasa digunakan dan diterima secara umum.

Salah satu definisi terbaik adalah yang diberikan oleh Churchman, Ackoff, dan Arnoff 1957 : OR, dalam arti luas, dapat diartikan sebagai penerapan metode-metode, teknik-teknik, dan alat-alat terhadap masalah-masalah yang menyangkut operasi-operasi dari sistem-sistem, sedemikian rupa sehingga memberikan penyelesaian optimal.

2.1.3. Model Dalam Riset Operasi

Model adalah penyederhanaan realitas system yang kompleks di mana hanya komponen-komponen yang relevan atau faktor-faktor yang dominan dari masalah yang dianalisis diikutsertakan. 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.

Berikut adalah jenis model dasar dalam riset operasi (Sri Mulyono, hal 4, 2004) :

1. Iconic (Physical) Model

Model iconic adalah suatu penyajian fisik yang tampak seperti aslinya dari suatu system nyata dengan skala yang berbeda. Contoh model ini adalah mainan anak-anak, potret, histogram, maket dan lain-lain. Model iconic mudah untuk diamati, dibentuk dan dijelaskan, tetapi sulit untuk memanipulasi dan tak berguna untuk tujuan peramalan. Biasanya model ini menunjukkan peristiwa statis.

2. Analogue Model

Model analogue lebih abstrak dibanding model iconic, karena tak kelihatan sama antara model dengan system nyata. Contohnya jaringan pipa tepat air mengalir dapat digunakan dengan pengertian

yang sama sebagai distribusi aliran listrik. Model analogue lebih mudah untuk memanipulasi dan dapat menunjukkan situasi dinamis.

3. Symbolic (Mathematic)

Model mathematic sifatnya paling abstrak. Model ini menggunakan seperangkat symbol matematik untuk menunjukkan komponen-komponen (dan hubungan antar mereka) dari system nyata. Namun, sistem nyata tidak selalu dapat diekspresikan dalam rumusan matematik.

2.1.4. Tahap-Tahap Dalam Riset Operasi

Pola dasar penerapan riset operasi dapat dipisahkan menjadi 5 tahapan dimulai dari munculnya masalah akhir. Kelima tahapan tersebut yaitu:

1. Merumuskan masalah

Sebelum solusi terhadap suatu persoalan dipikirkan, pertama kali suatu definisi persoalan yang tepat harus dirumuskan. Dalam perumusan masalah ada tiga pertanyaan penting yang harus dijawab :

a. Variabel keputusan

Unsur-unsur dalam persoalan yang dapat dikendalikan oleh pengambil keputusan.

b. Tujuan

Penentuan tujuan membantu pengambil keputusan memusatkan perhatian pada persoalan dan pengaruhnya terhadap organisasi.

c. Kendala

Pembatas-pembatas terhadap alternative tindakan yang tersedia.

2. Pembentukan model

Sesuai dengan definisi persoalannya, pengambil keputusan menentukan model yang paling cocok untuk mewakili sistem.

3. Mencari penyelesaian masalah

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

4. Validasi model

Model harus diperiksa apakah ia mencerminkan jalannya sistem yang diwakili. Suatu metode yang biasa digunakan untuk menguji validitas model adalah membandingkan performancinya dengan data masa lalu yang tersedia.

5. Penerapan hasil akhir

Tahap akhir adalah menerapkan hasil model yang telah diuji.

2.2. RUANG LINGKUP TRANSPORTASI

2.2.1. Sejarah Pertumbuhan Transportasi

Sejak dahulu kala 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-barang dalam jumlah kecil serta waktu yang ditempuh lama sekali.

Antara tahun 1800-1920 transportasi telah mulai berkembang dengan dimanfaatkannya sumber tenaga mekanis seperti kapal uap, kereta api, hal mana banyak digunakan dalam dunia perdagangan. Pada tahun 1860-1920 telah diketemukan kendaraan bermotor pesawat terbang, dalam masa ini angkutan kereta api dan jalan raya memegang peranan penting pula.

Dalam tahun 1920 transportasi telah mencapai tingkat perkembangan pada puncaknya, dengan system transportasi multi modal. Dalam abad ke-20 ini pertumbuhan transportasi berkembang pesat sejalan dengan kemajuan teknologi mutakhir.

2.2.2. Pengertian Transportasi

Transportasi adalah kegiatan pemindahan barang/ muatan dan penumpang dari suatu tempat ke tempat lain (Salim, hal 6, 1993). Dalam transportasi terlihat ada dua unsure yang terpenting yaitu :

- a. Pemindahan/ pergerakan (movement)

- b. Secara fisik mengubah tempat dari barang (komoditi) dan penumpang ke tempat lain.

2.2.3. Pembagian Fungsi Transportasi

Di dalam mempelajari transportasi dapat kita golongkan atas dua bagian ;

Pertama : Angkutan penumpang pribadi

Untuk pengangkutan 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, kapal laut, kapal penyeberangan dan pelayaran Samudera Luar Negeri.

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

2.2.4. Peranan Transportasi

Transportasi mempunyai pengaruh besar terhadap perorangan, masyarakat pembangunan ekonomi, dan social 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 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 pengelolaan moda transportasi akan member dampak makro dan mikro terhadap pembangunan ekonomi.

4. 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.

2.2.5. Permintaan dan Penawaran Jasa Transportasi

2.2.5.1. 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 penyeberangan 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 sector 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 factor 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 analysis) yang dibutuhkan.

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

a. Analisis ratio

Dengan analisis ratio yaitu membandingkan antara kebutuhan dan oenyediaan 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 daripada metode analisis ratio, karena, dalam hal ini digunakan rumus-

rumus matematika/ statistic. Salah satu cara yang dapat kita gunakan adalah dengan “Analisis Garis Regresi (Regression Analysis) Garis Regresi memakai fungsi linier”;

$$Y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n + U$$

Y = adalah fungsi linier (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 actual dengan yang diramal.

Koefisien merupakan faktor variabel terhadap X, yang menunjukkan adanya perubahan-perubahan atas *dependend variabel* pada x.

2.2.5.2. 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 diserahkan 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 :

- a. Keamanan
- b. Ketepatan
- c. Keteraturan
- d. Kenyamanan
- e. Kecepatan
- f. Kesenangan
- g. Kepuasan

Dalam pengangkutan tersebut.

2.3. METODE TRANSPORTASI

Menurut Taha (1996), "Dalam arti sederhana, model transportasi berusaha menentukan sebuah rencana transportasi sebuah barang dari sejumlah sumber ke sejumlah tujuan." Data dalam model ini mencakup:

- 1) Tingkat penawaran di setiap sumber dan jumlah permintaan di setiap tujuan.
- 2) Biaya transportasi per unit barang dari setiap sumber ke setiap tujuan."

Metode transportasi sangat dibutuhkan oleh perusahaan yang melakukan kegiatan pengiriman barang dalam usahanya. Dengan adanya metode transportasi, perusahaan akan lebih efektif dan efisien dalam kegiatan pendistribusian produknya.

2.3.1. Jenis-Jenis Cara Pengelolaan Dalam Metode Transportasi

- a. Untuk menentukan solusi awal dapat digunakan:
 1. Metode North West Corner (Metode Sudut Barat Laut)
 2. Metode Least Cost (Metode Biaya Terkecil)
 3. Metode VAM (Vogel's Approximation Method)
- b. Untuk menentukan solusi akhir yang optimal dapat digunakan:
 1. Metode Modified Distribution (MODI)
 2. Metode Stepping Stone

2.3.2. Langkah-Langkah Metode Transportasi

Menurut Siswanto (hal.268, tahun 2006), "Model transportasi pada saat dikenali pertama kali, diselesaikan secara manual dengan menggunakan alogaritma yang dikenal sebagai alogaritma transportasi.

1. Pertama, diagnosis masalah dimulai dengan pengenalan sumber, tujuan, parameter, dan variabel.

2. Kedua, seluruh informasi tersebut kemudian dituangkan ke dalam matriks transportasi.

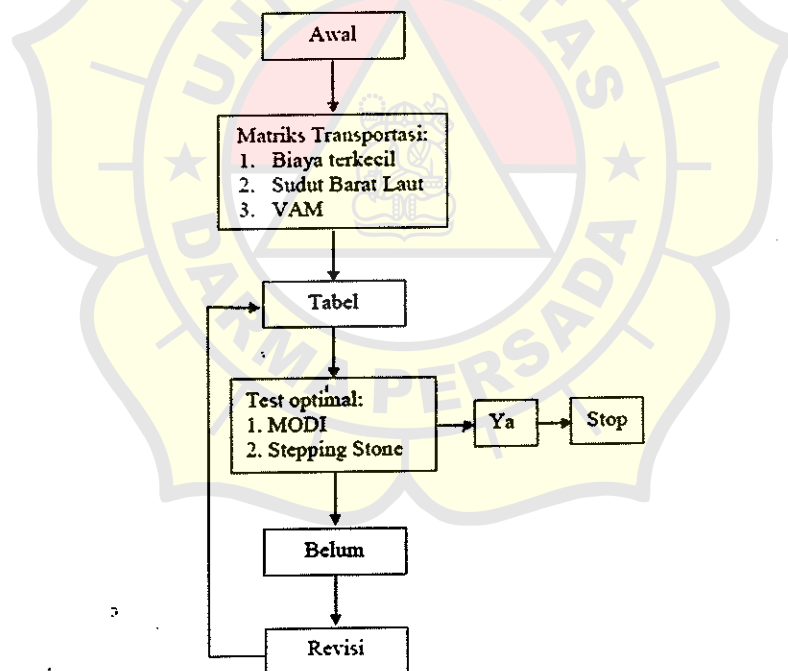
Dalam hal ini,

- a. Bila kapasitas seluruh sumber lebih besar dari permintaan seluruh tujuan maka sebuah kolom (dummy) perlu ditambahkan untuk menampung kelebihan kapasitas itu.
 - b. Bila kapasitas seluruh sumber lebih kecil dari seluruh permintaan tujuan maka sebuah baris perlu ditambahkan untuk menyediakan kapasitas semu yang akan memenuhi kelebihan permintaan itu. Jelas sekali bahwa kelebihan permintaan itu tidak bisa dipenuhi.
3. Ketiga, setelah matriks transportasi terbentuk kemudian dimulai menyusun tabel awal. Algoritma transportasi mengenal tiga macam metode untuk menyusun tabel awal, yaitu:
 - a. Metode Biaya Terkecil atau Least Cost Method
 - b. Metode Sudut Barat Laut atau North West Corner Method
 - c. VAM atau Vogell's Approximation MethodKetiga metode di atas masing-masing berfungsi untuk menentukan alokasi distribusi awal yang akan membuat seluruh kapasitas sumber teralokasi ke seluruh tujuan.
 4. Keempat, setelah penyusunan tabel awal selesai maka sebagai langkah selanjutnya adalah pengujian optimalitas tabel untuk mengetahui apakah

biaya distribusi total telah minimum. Secara matematis, pengujian ini dilakukan untuk menjamin bahwa nilai fungsi tujuan minimum telah tercapai. Ada dua macam pengujian optimalitas algoritma transportasi:

- a. Stepping Stone Method
- b. MODI atau Modified Distribution Method

5. Kelima, atau langkah yang terakhir adalah revisi tabel bila dalam langkah keempat terbukti bahwa tabel belum optimal atau biaya distribusi total masih mungkin diturunkan lagi. Dengan demikian, jelas sekali bahwa langkah kelima ini tidak akan dilakukan apabila pada langkah keempat telah membuktikan bahwa tabel telah optimal.”



Gambar 2.1 Flowchart Algoritma Transportasi

2.3.3. Tujuan Metode Transportasi

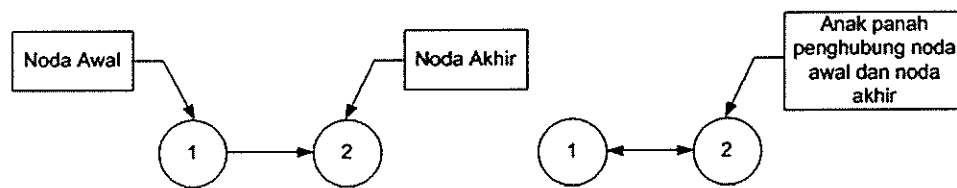
- 1) Perencanaan produksi.
- 2) Menentukan jumlah yang harus dikirimkan dari setiap sumber berdasarkan kapasitasnya ke setiap tujuan sesuai dengan kebutuhannya sedemikian rupa sehingga biaya transportasi total diminimumkan.

2.4. JARINGAN (NETWORK)

2.4.1. Pengertian Jaringan (Network)

Jaringan (*Network*) merupakan sebuah istilah untuk menandai model-model yang secara visual bisa diidentifikasi sebagai sebuah sistem jaringan yang terdiri dari rangkaian-rangkaian noda (*node*) dan kegiatan (*activity*).

Pada dasarnya jaringan terdiri dari rangkaian noda dan garis. Noda adalah padanan kata untuk *nodes* yaitu tumpahan kotoran pada bidang bersih, sedangkan garis yang berfungsi untuk menghubungkan antar noda mewakili kegiatan, saluran, dan jaringan. Dalam hal ini, garis bisa berupa anak panah yang akan menunjukkan arah arus dari noda awal atau sumber ke noda akhir atau tujuan. Karena anak panah menandai arah arus, maka ada dua kemungkinan yang akan terjadi. Pertama, adalah arah arus yang searah; dan kedua, adalah arah arus yang dua arah.



Gambar 2.2 Contoh Jaringan Noda Awal Ke Noda Akhir

Karena itu, sebuah system jaringan di mana arah anak panah yang menghubungkan noda-noda adalah searah disebut sebagai jaringan terarah (directed network), sebaliknya, disebut sebagai jaringan tidak terarah (undirected network). Kedua tipe jaringan ini bisa memvisualisasikan beberapa system jaringan dalam dunia nyata, lihat tabel 2.1.

Tabel 2.1 Contoh sistem jaringan

Sistem Jaringan	Noda	Anak Panah/ Garis	Jenis Arus
-Transportasi darat	Kota, persimpangan	Jalan	Kendaraan
-Transportasi udara	Pelabuhan udara	Jalur penerbangan	Pesawat terbang
-Transportasi laut	Pelabuhan	Jalur pelayaran	Kapal
-Listrik	Pusat tenaga listrik, gardu induk kota	Jaringan kabel	Listrik
-Bahan bakar kendaraan	Pelabuhan, penyulingan, depot induk, pompa bensin	Pipa, kendaraan pengangkut bahan bakar	Bahan bakar
-Pabrik/ perakitan telepon	Pusat kerja/ perakitan sentral telepon otomatis, gardu induk, terminal box	Material handling kabel telepon	Bahan, barang informasi

2.4.2. Distribusi Terkendali

Model distribusi terkendali pada dasarnya adalah sebuah model distribusi seperti transportasi, namun model ini lebih rumit karena distribusinya yang dinamik di mana sebuah sumber bisa juga berfungsi sebagai tujuan demikian pula sebaliknya dengan sebuah tujuan.

Di dalam model ini, sebuah tujuan yang ditandai oleh noda juga bisa berfungsi sebagai sebuah sumber, demikian pula sebaliknya. Keadaan demikian akan memungkinkan terbentuknya rangkaian hubungan antar noda di dalam sebuah jaringan. Inilah letak perbedaan dasar dengan model transportasi yang memiliki sifat distribusi statis di mana distribusi sumber ke tujuan bukan merupakan sebuah rangkaian distribusi yang saling bersambung.

Model distribusi terkendali terbagi menjadi 3 macam noda, yaitu sebagai berikut :

1. **Noda sumber** yang menunjukkan asal sebuah arus atau dari mana sebuah arus akan mengalir
2. **Noda tujuan** yang menunjukkan akhir tujuan sebuah arus atau hendak ke mana sebuah arus akan mengalir

3. **Noda transit** yang menunjukkan tujuan sementara atau terminal sementara yang akan dilewati oleh sebuah arus yang akan menuju noda tujuan berikutnya atau noda tujuan akhir

2.5. LINDO (LINIER INTERAKTIF DISCRETE OPTIMIZER)

LINDO, kependekan dari Liner Interactive Discrete Optimizer, adalah sebuah program yang dirancang untuk menyelesaikan kasus-kasus pemrograman linier. Sebuah kasus harus diubah dahulu ke dalam sebuah model matematis pemrograman linier yang menggunakan format tertentu agar bisa diolah oleh program LINDO.

2.5.1. Input LINDO

Program ini menghendaki input sebuah program matematika dengan struktur tertentu. Sebagai contoh, proses pemasukan data kasus pemrograman linier pada PT. X akan tampak sebagai berikut :

- 1) $MAX 2 X1 + 3 X2$
- SUBJECT TO*
- 2) $5 X1 + 6 X2 \leq 60$
- 3) $X1 + 2 X2 \leq 16$
- 4) $X1 \leq 10$
- 5) $X2 \leq 6$
- END*

Perintah yang biasa digunakan untuk menjalankan program Lindo

adalah:

1.	MAX	digunakan untuk memulai data dalam masalah maksimasi;
2.	MIN	digunakan untuk memulai data dalam masalah minimasi;
3.	END	digunakan untuk mengakhiri data;
4.	GO	digunakan untuk pemecahan dan penyelesaian masalah;
5.	LOOK	digunakan untuk mencetak bagian yang dipilih dari data yang ada;
6.	GIN	digunakan untuk variabel keputusan agar bernilai bulat;
7.	INTE	digunakan untuk menentukan solusi dari masalah biner;
8.	INT	sama dengan INTE;
9.	SUB	digunakan untuk membatasi nilai maksimumnya;
10.	SLB	digunakan untuk membatasi nilai minimumnya;
11.	FREE	digunakan agar solusinya berupa bilangan real.

Kegunaan utama dari program Lindo adalah untuk mencari penyelesaian dari masalah linier dengan cepat dengan memasukan data yang berupa rumusan dalam bentuk linier. Lindo memberikan banyak manfaat dan kemudahan dalam memecahkan masalah optimasi dan minimasi.

2.5.2. Output LINDO

Output atau hasil olahan program LINDO pada dasarnya bisa dipisahkan menjadi dua bagian, yaitu :

1. Optimal Solution atau Penyelesaian Optimal

Bagian pertama hasil olahan LINDO memuat lima macam informasi yaitu :

- 1) Objective Function Value, informasi ini ditandai dengan notasi "1)" untuk menunjukkan bahwa di dalam struktur input LINDO, fungsi tujuan ditempatkan pada baris ke-1, dan fungsi kendala mulai dari urutan baris ke-2.
- 2) Value, Variabel keputusan pada output LINDO ditandai dengan label *Variable*.
- 3) Reduced Cost, memberikan informasi mengenai sampai sejauh mana nilai C_j harus diturunkan agar nilai variabel keputusan menjadi positif.
- 4) Slack or Surplus, informasi ini menunjukkan nilai slack atau surplus masing-masing kendala ketika nilai fungsi tujuan mencapai nilai ekstrem. Karena struktur input vLINDO telah menempatkan fungsi kendala-kendala mulai urutan ke-2 maka pada label *Row* dimulai dengan angka 2 yang berarti baris ke-2, baris ke-2 menandai kendala ke-1, dan demikian seterusnya.
- 5) Dual Price, informasi ini menjelaskan tentang perubahan yang akan terjadi pada nilai fungsi tujuan bila ruas kanan kendala berubah satu unit.

2. Sensitivity Analysis atau Analisis Sensitivitas

Bagian ke-2 hasil olahan LINDO memuat informasi mengenai dua macam analisis sensitivitas, yaitu :

- 1) Analisis Sensitivitas Koefisien Fungsi Tujuan (C_j), bagian ini menjelaskan perubahan nilai C_j yang tidak akan mengubah nilai optimal variabel keputusan.
- 2) Analisis Sensitivitas Nilai Ruas Kanan (RHS), dalam hal ini Right Hand Side (RHS) menjelaskan interval perubahan nilai ruas kanan yang menjamin validitas dual price.

2.6. BIAYA TRANSPORTASI

2.6.1. 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 Costs), adalah biaya yang digunakan untuk investasi.
- b. Biaya operasional (Operational Costs), 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 (Joints 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 bakar, gaji awak pesawat, biaya pendaratan.

b. Biaya tidak langsung bagi penerbangan terdiri atas peralatan reparasi, workshop, akutansi 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.

b. Biaya rata-rata (Average Cost) adalah biaya total dibagi dengan jumlah produk/ jasa yang dihasilkan.

