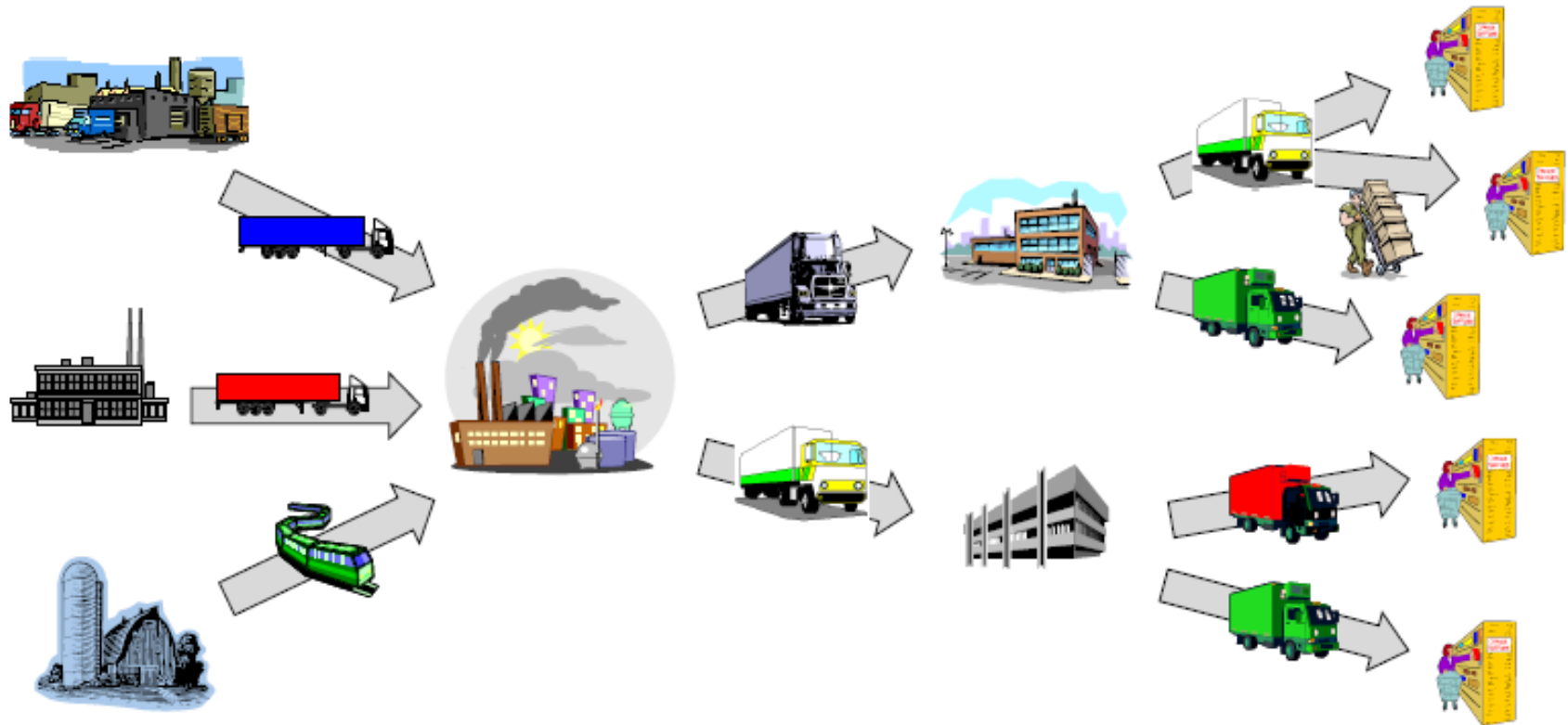


Distribusi dan Transportasi

Pendahuluan

Manajemen distribusi memungkinkan perusahaan menciptakan **kecepatan waktu kirim** serta **efisiensi yang tinggi** dalam jaringan distribusi



SUPPLIER

CARRIER

MANUFACTURER

CARRIER

DISTRIBUTOR

CARRIER

CUSTOMER

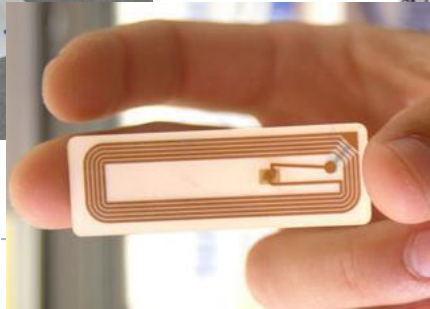
Pendahuluan

- ▶ Salah satu **faktor** yang menentukan **produk yang kompetitif** di pasar adalah kemampuan untuk **mengirimkan produk** ke pelanggan secara **tepat waktu**, dalam **jumlah yang sesuai** dan dalam **kondisi yang baik**.
- ▶ Kemampuan untuk mengelola jaringan distribusi merupakan komponen yang penting bagi dunia industri.
- ▶ Dalam sistem logistik, transportasi berperan dalam **perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian aktivitas** yang berkaitan dengan **moda, vendor, dan pemindahan persediaan masuk dan keluar** suatu organisasi.

▶ Teknologi.....

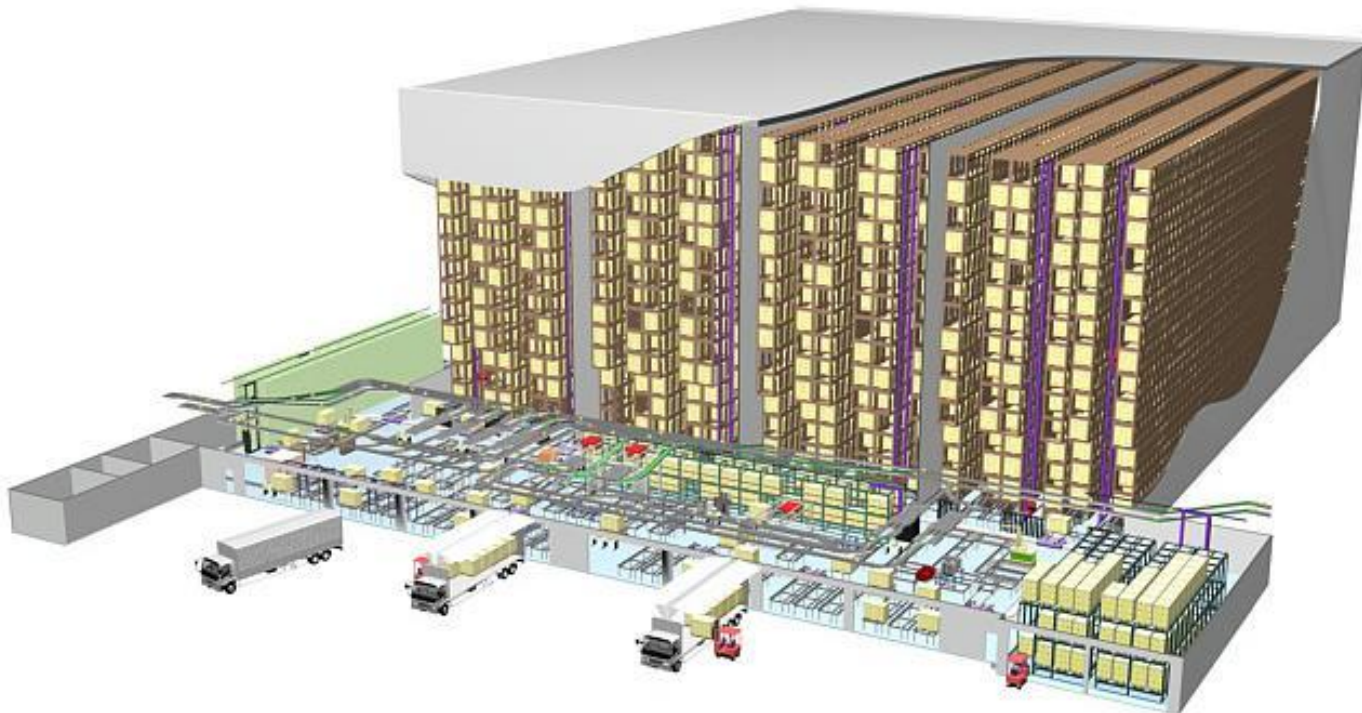
Pendahuluan

- ▶ Teknologi yang mendukung efisiensi dalam operasi distribusi produk al :
 - ▶ Barcoding atau QR (Quick Response) Code
 - ▶ ASRS (*automatic storage and retrieval system*)
 - ▶ RFID (*radio frequency identification*)



Pendahuluan

- ▶ Jaringan distribusi sering dianggap sebagai **fasilitas fisik** dan **fasilitas pengangkutan**, dengan **operasi** cenderung **terpisah**
- ▶ Saat ini, jaringan distribusi merupakan **bagian integral** dari kegiatan *supply chain* dan memiliki **peran strategis** sebagai titik penyalur produk maupun informasi dan untuk menciptakan nilai tambah



Fungsi Dasar Manajemen Distribusi dan Transportasi

- ▶ Fungsi distribusi dan transportasi pada dasarnya adalah **menghantarkan produk dari lokasi** di mana produk tersebut diproduksi sampai di mana mereka akan digunakan.
- ▶ Pada prinsipnya, fungsi ini bertujuan untuk menciptakan pelayanan yang tinggi ke pelanggan, yang bisa dilihat dari:
 - ▶ service level yang dicapai,
 - ▶ kecepatan pengiriman,
 - ▶ kesempurnaan barang sampai ke tangan pelanggan,
 - ▶ pelayanan purna jual yang memuaskan.



Fungsi Dasar Manajemen Distribusi dan Transportasi

- ▶ Manajemen transportasi dan distribusi mencakup aktivitas fisik dan non fisik.
 - ▶ Aktivitas fisik : menyimpan dan mengirim produk.
 - ▶ Aktivitas non fisik : pengolahan informasi dan pelayanan kepada pelanggan.



Fungsi Dasar Manajemen Distribusi dan Transportasi

Manajemen distribusi dan transportasi pada umumnya melakukan sejumlah **fungsi dasar** yang terdiri dari:

1. Melakukan segmentasi dan menentukan target service level.
2. Menentukan mode transportasi yang akan digunakan.
3. Melakukan konsolidasi informasi dan pengiriman.
4. Melakukan penjadwalan dan penentuan rute pengiriman.
5. Memberikan pelayanan nilai tambah.
6. Menyimpan persediaan.
7. Menangani pengembalian (return).



Fungsi Dasar Manajemen Distribusi dan Transportasi

- ▶ Melakukan segmentasi dan menentukan target service level.
- ▶ **Segmentasi** pelanggan perlu dilakukan karena **kontribusi** mereka pada **revenue** perusahaan bisa sangat bervariasi dan karakteristik tiap pelanggan bisa sangat berbeda antara satu dengan lainnya.

- Perbedaan karakteristik
- Kontribusi tiap pelanggan
- Area distribusi



mengoptimalkan

- alokasi
- persediaan
- kecepatan pelayanan

Fungsi Dasar Manajemen Distribusi dan Transportasi

- **Menentukan mode transportasi yang akan digunakan.**
 - Manajemen transportasi menentukan mode apa yang akan digunakan dalam mengirimkan produk-produk ke pelanggan.
 - Tiap mode transportasi memiliki karakteristik , keunggulan serta kelemahan yang berbeda .
- ▶ Contoh, transportasi laut memiliki keunggulan dari segi biaya yang lebih rendah, namun lebih lambat dibandingkan dengan transportasi udara.



Fungsi Dasar Manajemen Distribusi dan Transportasi

- ▶ Melakukan konsolidasi informasi dan pengiriman.
- ▶ Tekanan untuk melakukan pengiriman cepat namun murah menjadi pendorong utama perlunya melakukan konsolidasi informasi maupun pengiriman.
 - konsolidasi data permintaan dari berbagai *regional distribution center* oleh *central warehouse* untuk keperluan pembuatan jadwal pengiriman.
 - menyatukan permintaan beberapa toko atau ritel yang berbeda dalam sebuah truk.



Fungsi Dasar Manajemen Distribusi dan Transportasi

- ▶ **Melakukan penjadwalan dan penentuan rute pengiriman.**
 - ▶ menentukan kapan sebuah truk harus berangkat
 - ▶ rute mana yang harus dilalui untuk memenuhi permintaan dari sejumlah pelanggan
- ▶ **Memberikan pelayanan nilai tambah.**
 - ▶ Beberapa proses nilai tambah yang bisa dikerjakan oleh distributor adalah:
 - ▶ pengepakan (*packaging*)
 - ▶ pelabelan harga



Fungsi Dasar Manajemen Distribusi dan Transportasi

- ▶ **Menyimpan persediaan.**

- ▶ Jaringan distribusi selalu **melibatkan proses penyimpanan** produk baik di gudang pusat atau gudang regional, maupun di toko tempat produk dijual.

- ▶ **Menangani pengembalian (return).**

- ▶ Manajemen distribusi punya **tanggung jawab** untuk melaksanakan kegiatan **pengembalian produk dari hilir ke hulu** dalam supply chain.
- ▶ Pengembalian ini bisa karena produk rusak atau tidak terjual sampai batas waktu penjualannya habis, seperti produk-produk makanan, sayur, buah, dan sebagainya.



MODE TRANSPORTASI



Mode Transportasi

- ▶ Pemilihan moda transportasi merupakan permasalahan yang penting dalam sistem transportasi dan distribusi.
- ▶ Pemilihan moda transportasi dilakukan dengan mempertimbangkan antara lain:
 - ▶ Kondisi geografis.
 - ▶ Kapasitas.
 - ▶ Frekuensi.
 - ▶ Biaya (tarif).
 - ▶ Availabilitas.
 - ▶ Kualitas pelayanan.
 - ▶ Reliabilitas (waktu pengiriman, variabilitas, reputasi, dll.).



Mode Transportasi

▶ **Truck / Motor**

- ▶ Merupakan moda yang sangat kental dalam kehidupan kita sehari-hari memenuhi kebutuhan transportasi.
- ▶ Moda jalan mempunyai fleksibilitas yang tinggi sepanjang didukung dengan jaringan infrastruktur.

▶ **Rail Transport (Kereta api)**

- ▶ Merupakan moda yang digunakan pada koridor dengan jumlah permintaan yang tinggi, dimana alat angkut kereta api yang berjalan diatas rel.
- ▶ Moda kereta api kurang fleksibel dibanding moda jalan karena hanya dapat digunakan bila didukung oleh jaringan infrastruktur rel kereta api.



Mode Transportasi

▶ ***Air Transport***

- ▶ Moda transportasi udara mempunyai karakteristik kecepatan yang tinggi dan dapat melakukan penetrasi sampai keseluruhan wilayah yang tidak bisa dijangkau oleh moda transportasi lain.

▶ ***Water Transport***

- ▶ Merupakan moda angkutan yang paling efektif untuk angkutan barang jarak jauh dan dalam jumlah yang besar.

▶ ***Pipeline Transport (Angkutan Pipa)***

- ▶ Merupakan moda yang umumnya digunakan untuk bahan berbentuk cair atau gas.
 - ▶ Pipa digelar diatas tanah, ditanam pada kedalaman tertentu di tanah atau pun digelar melalui dasar laut.
-



Mode Transportasi

- ▶ *Manager Transportasi* perlu memahami **kelayakan**, **keunggulan** dan **kelemahan** tiap jenis alat transportasi dalam membuat keputusan pengiriman / distribusi produk.
- ▶ Dalam manajemen transportasi / pengiriman, dibedakan antara pihak yang memiliki barang dan pihak yang melakukan pengiriman.
 - ▶ Pemilik barang → *shipper*
 - ▶ Pihak yang bertugas melakukan pengiriman → *carrier*



Mode Transportasi

Beberapa dasar pertimbangan dalam mengevaluasi mode transportasi, adalah:

- ▶ **Dilihat dari sudut pengirim atau *carrier***, hal-hal yang perlu dipertimbangkan adalah biaya-biaya yang terlibat:
 - ▶ **biaya alat transportasinya** sendiri (bisa berupa biaya beli atau sewa alat transportasi),
 - ▶ **biaya operasional tetap** (biaya terminal atau bandara yang besarnya tidak tergantung pada volume barang yang dikirim),
 - ▶ **biaya operasional variabel** (seperti biaya bahan bakar) dimana besarnya biaya tergantung pada volume angkut atau jarak yang ditempuh dalam pengiriman.



Mode Transportasi

- ▶ Dari sisi *shipper*, pertimbangannya bisa didasarkan pada :
 - ▶ berbagai ongkos yang timbul pada *supply chain*, termasuk ongkos tambahan sebagai konsekuensi dari pemilihan mode transportasi tersebut.
 - ▶ biaya persediaan, biaya loading-unloading, dan biaya fasilitas (gudang, dll).
 - ▶ tingkat service level yang diperoleh dan ketidakpastian waktu pengiriman
- ▶ Perlu dicari *tradeoff* dalam menentukan mode transportasi yang akan dipilih.



Mode Transportasi

- ▶ Masing-masing mode transportasi memiliki keunggulan dan kelemahan yang bervariasi.
- ▶ Evaluasi umum berbagai mode transportasi:

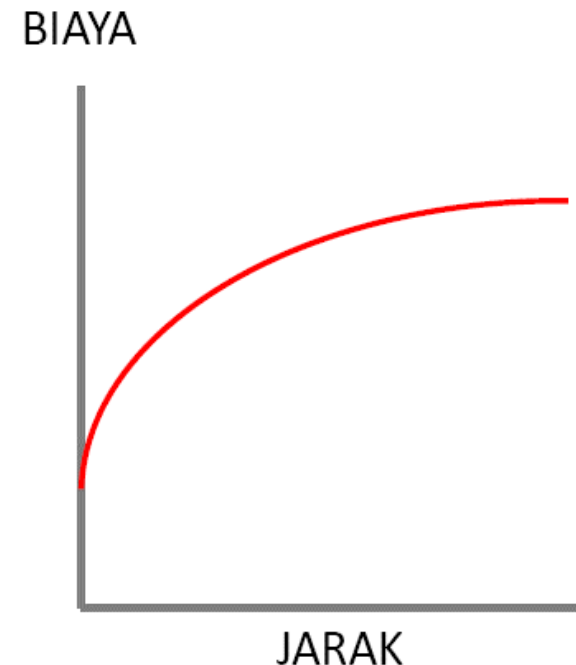
Mode transportasi	Truk	Kereta	Kapal	Pesawat	Paket
Volume yang bisa dikirim	sedang	sangat banyak	sangat banyak	banyak	sangat sedikit
Fleksibilitas waktu kirim	tinggi	rendah	rendah	rendah	tinggi
Fleksibilitas rute pengiriman	tinggi	sangat rendah	sangat rendah	sangat rendah	sangat tinggi
Kecepatan	sedang	sedang	rendah	sangat tinggi	tinggi
Biaya pengiriman	sedang	rendah	rendah	tinggi	sangat tinggi

Pertimbangan Ekonomis Transportasi

Dalam transportasi, pertimbangan ekonomis mencakup jarak, volume berat, kepadatan (*density*), dan bentuk (*stowability*).

JARAK

- Pertambahan jarak akan berakibat bertambahnya biaya.
- Pertambahan jarak tidak berbanding lurus dengan pertambahan biaya.
Pertambahan biaya ini cenderung akan berkurang ketika jarak terus bertambah.

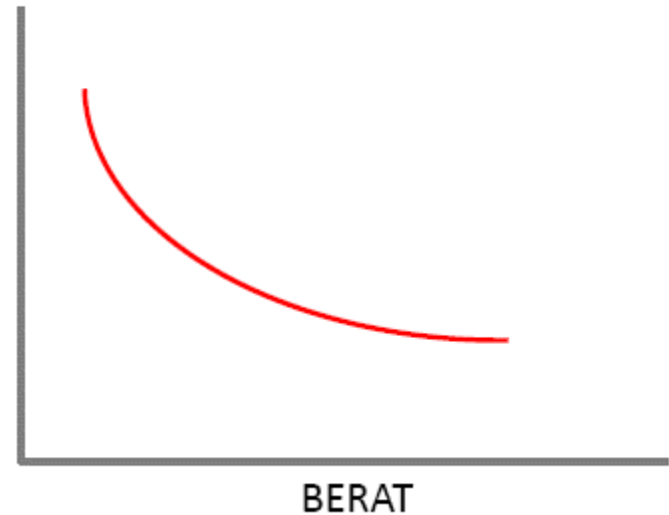


Pertimbangan Ekonomis Transportasi

VOLUME DAN BERAT

- ▶ Volume dan berat barang atau produk akan mempengaruhi ekonomisasi transportasi, yaitu **biaya per satuan berat barang**.
- ▶ Semakin berat barang, maka biaya per satuan berat barang akan cenderung semakin murah.
- ▶ Semakin besar volume barang maka biaya per satuan berat barang akan cenderung semakin mahal.

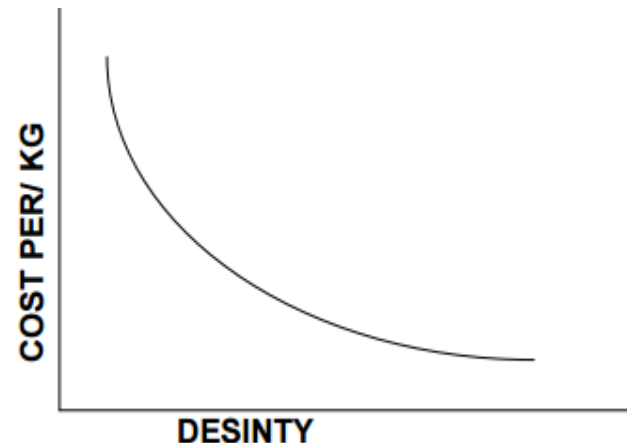
BIAYA PER KG



Pertimbangan Ekonomis Transportasi

TINGKAT KEPADATAN & KEMUDAHAN BENTUK

- ▶ Tingkat kemudahan bentuk juga mempengaruhi biaya transportasi.
- ▶ Semakin mudah penyusunan barang/produk dalam moda transportasi, berarti semakin ekonomis, karena barang /produk tersebut akan semakin memaksimalkan penggunaan kapasitas moda.



Metode Transportasi

Pengertian

- ▶ Metode Transportasi merupakan suatu **metode yang digunakan untuk mengatur distribusi** produk secara **optimal**, dari sumber-sumber yang menyediakan produk yang sama, ke tempat-tempat yang membutuhkan.
 - ▶ Alokasi produk harus diatur karena terdapat **perbedaan biaya alokasi** dari satu sumber ke tempat tujuan yang berbeda-beda dan dari beberapa sumber ke suatu tempat tujuan yang berbeda.
 - ▶ Model transportasi membahas tentang **penentuan rencana biaya minimum untuk transportasi single commodity** dari **sejumlah lokasi sumber** (pabrik, lokasi penambangan, pelabuhan, dsb) ke **sejumlah lokasi tujuan** (gudang, pusat distribusi, wilayah pemasaran, dsb)
-

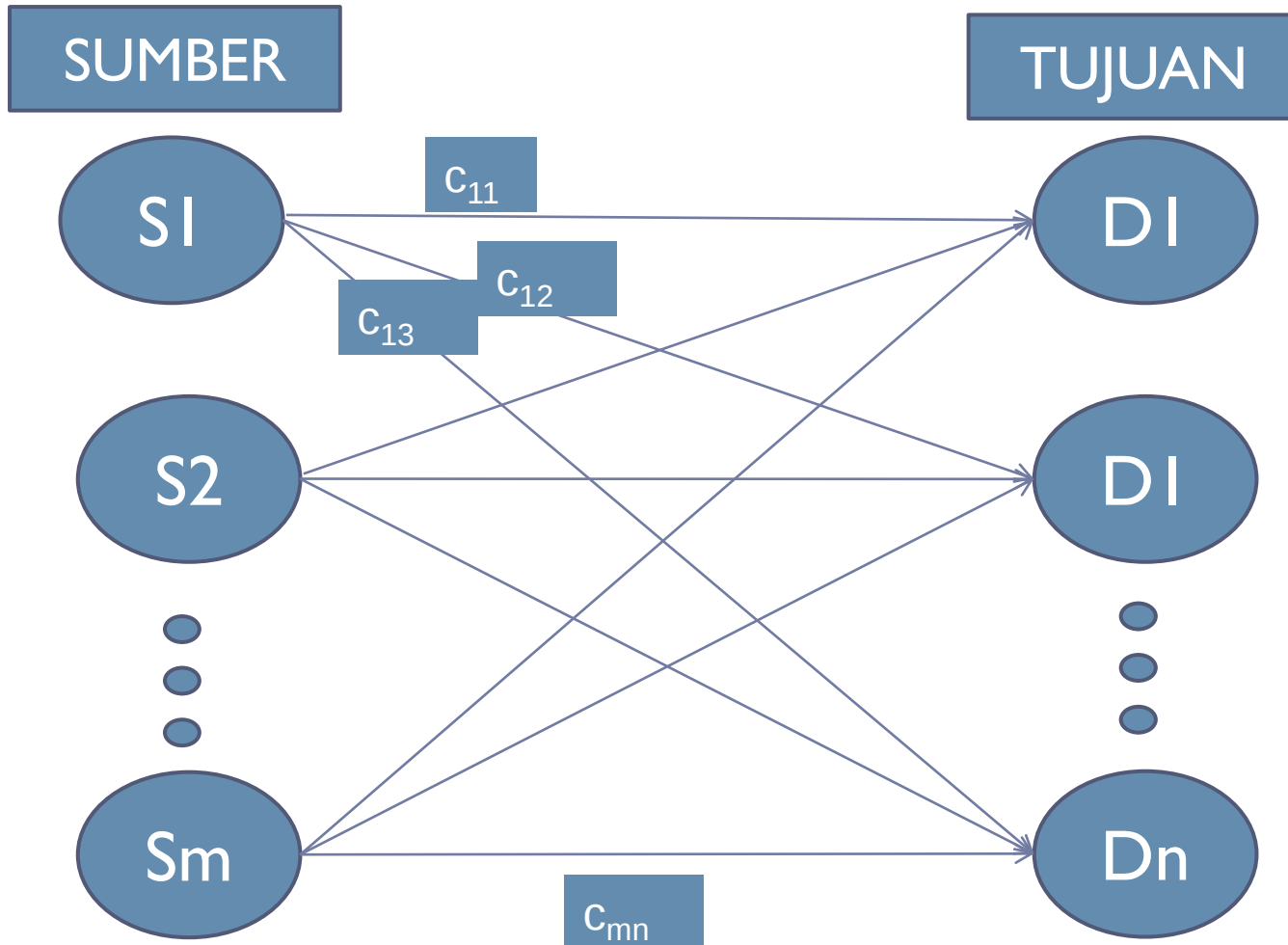


Pengertian

- ▶ **Model Transportasi** adalah sebuah rencana transportasi dari sebuah barang dari sejumlah sumber ke sejumlah tujuan.
- ▶ **Data yang digunakan dalam model ini mencakup**
 - ▶ Tingkat penawaran disetiap sumber dan permintaan disetiap tujuan
 - ▶ Biaya transportasi per unit barang dari setiap sumber ke setiap tujuan



JARINGAN MODEL TRANSPORTASI



JARINGAN MODEL TRANSPORTASI

Minimumkan
$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} X_{ij}$$

dengan syarat:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = Si \quad (\text{sumber/penawaran } i = 1, 2, 3 \dots m)$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = Dj \quad (\text{tujuan/permintaan } j = 1, 2, 3 \dots n)$$

$$X_{ij} \geq 0$$

CONTOH MODEL TRANSPORTASI

PT Indofood sukses makmur mempunyai 4 pabrik yang masing-masing terletak di Ciputat, Tangerang, Bekasi, dan Depok, kapasitas masing-masing pabrik (dalam ribu ton) tersebut berturut-turut adalah 50, 60, 50, dan 50. Hasil produksi dari pabrik-pabrik tersebut digunakan untuk memenuhi permintaan (gudang) P Minggu, Kramat Jati, Polo Gadung, Cilitan, dan Bogor dengan masing-masing permintaan berturut-turut adalah 30, 20, 70, 30, dan 60. Adapun biaya pengangkutan setiap Tonnya dari setiap pabrik ke gudang-gudang adalah sebagai berikut:

Pengertian

- ▶ Beberapa metode yang digunakan adalah :
 - ▶ ***Solusi Layak Awal***
 - ▶ *North West Corner*
 - ▶ *Least Cost*
 - ▶ *Vogel's Approximation Methods (VAM)*
 - ▶ ***Solusi Optimal***
 - ▶ *Stepping Stone*
 - ▶ *Vogel's Approximation Methods (VAM)*
 - ▶ *MODI (Modified Distribution).*
- ▶ Syarat untuk membuat model transportasi dan tabel transportasi adalah harus ada data-data sbb:
 - ▶ Data tingkat supply atau kapasitas setiap lokasi sumber
 - ▶ Data tingkat demand setiap lokasi tujuan
 - ▶ Data biaya transportasi per unit komoditas dari setiap lokasi sumber ke lokasi tujuan.



Pengertian

- ▶ Karena hanya terdiri dari satu komoditi (*single commodity*), maka suatu lokasi tujuan dapat memenuhi permintaannya dari satu lokasi sumber.
- ▶ Tujuan dari model transportasi adalah **menentukan jumlah yang dapat dikirim** dari setiap lokasi sumber ke setiap lokasi tujuan yang memberikan **total biaya transportasi minimum**.



CONTOH MODEL TRANSPORTASI

PT Indofood sukses makmur mempunyai 4 pabrik yang masing-masing terletak di Ciputat, Tangerang, Bekasi, dan Depok, kapasitas masing-masing pabrik (dalam ribu ton) tersebut berturut-turut adalah 50, 60, 50, dan 50. Hasil produksi dari pabrik-pabrik tersebut digunakan untuk memenuhi permintaan (gudang) P Minggu, Kramat Jati, Polo Gadung, Cilitan, dan Bogor dengan masing-masing permintaan berturut-turut adalah 30, 20, 70, 30, dan 60. Adapun biaya pengangkutan setiap Tonnya dari setiap pabrik ke gudang-gudang adalah sebagai berikut:

CONTOH MODEL TRANSPORTASI

		Gudang (Tujuan)					PENAWARAN (SUPPLY)
		P Minggu	Kramat Jati	Polo Gadung	Cilitan	Bogor	
PABRIK	Ciputat	16	16	13	22	17	50
	Tangerang	14	14	13	19	12	60
	Bekasi	19	19	20	23	50	50
	Depok	50	5	45	7	8	50
PERMINTAAN		30	20	70	30	60	

PEMODELAN MATEMATIS (LP)

Minimumkan

$$\begin{aligned} Z = & 16X_{11} + 16X_{12} + 13X_{13} + 22X_{14} + 17X_{15} \\ & + 14X_{21} + 14X_{22} + 13X_{23} + 19X_{24} + 12X_{25} \\ & + 19X_{31} + 19X_{32} + 20X_{33} + 23X_{34} + 50X_{35} \\ & + 50X_{41} + 5X_{42} + 45X_{43} + 7X_{44} + 8X_{45} \end{aligned}$$

dengan syarat:

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \leq 50 \quad (\text{Supply Pabrik 1})$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \leq 60 \quad (\text{Supply Pabrik 2})$$

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} \leq 50 \quad (\text{Supply Pabrik 3})$$

$$X_{41} + X_{42} + X_{43} + X_{44} + X_{45} \leq 50 \quad (\text{Supply Pabrik 4})$$

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} + X_{41} \geq 30 \quad (\text{Permintaan Pasar 1})$$

$$X_{12} + X_{22} + X_{32} + X_{42} \geq 20 \quad (\text{Permintaan Pasar 2})$$

$$X_{13} + X_{23} + X_{33} + X_{43} \geq 70 \quad (\text{Permintaan Pasar 3})$$

$$X_{14} + X_{24} + X_{34} + X_{44} \geq 30 \quad (\text{Permintaan Pasar 4})$$

$$X_{15} + X_{25} + X_{35} + X_{45} \geq 60 \quad (\text{Permintaan Pasar 5})$$

$$X_{ij} \geq 0$$

TABEL TRANSPORTASI

		T U J U A N					PENAWA RAN (SUPPLY)
		1	2			n	
SUMBER (SUPPLY)	1	X_{11}^{C11}	X_{11}^{C12}			X_{11}^{C1n}	S1
	2	X_{21}^{C21}				X_{11}^{C2n}	S2
	m	X_{m1}^{Cm1}				X_{mn}^{Cmn}	Sm
PERMINTAAN		D1	D2			Dn	$\sum_i^m S_i = \sum_j^n D_j$

LANGKAH-LANGKAH DASAR TEKNIK TRANSPORTASI

- Langkah 1 : Tentukan pemecahan solusi layak awal
- Langkah 2 : Tentukan variabel masuk dari di antara variabel non dasar (non basic variable). Jika semua variabel masuk memenuhi kondisi optimalisasi (dari metode simplek), berhenti; jika tidak, lanjutkan ke langkah 3;
- Langkah 3 : Tentukan variabel keluar (dengan menggunakan kondisi kelayakan) diantara variabel-variabel dalam pemecahan dasar saat ini; lalu hitung pemecahan dasar baru, kembali ke langkah 2.

METODE SOLUSI LAYAK AWAL DAN OPTIMUM

METODE SOLUSI LAYAK AWAL

1. METODE NORTHWEST-CORNER (SUDUT BARAT LAUT)
2. METODE LEAST-COST (BIAYA TERENDAH)
3. METODE VOGEL (Vogel's Approximation Method)

Pemecahan dasar yang layak harus mencakup

$m + n - 1$ variabel dasar

SOLUSI OPTIMUM

1. METODE STEPPING STONE
2. METODE MODI (Modified Distribution)

CONTOH MODEL TRANSPORTASI

Pabrik	Gudang (Tujuan)					Supply
	1	2	3	4	5	
1	X_{11} 16	X_{12} 16	X_{13} 13	X_{14} 22	X_{15} 17	50
2	X_{21} 14	X_{22} 14	X_{23} 13	X_{24} 19	X_{25} 12	60
3	X_{31} 19	X_{32} 19	X_{33} 20	X_{34} 23	X_{35} 50	50
4	X_{41} 50	X_{42} 5	X_{43} 45	X_{44} 7	X_{45} 8	50
Permintaan	30	20	70	30	60	210

METODE NORTHWEST-CORNER

Algoritma Metode NorthWest-Corner

1. Mulai pada pojok barat laut tabel (Kiri Atas) dan alokasikan sebanyak mungkin pada X_{ij} tanpa menyimpang dari kendala penawaran atau permintaan $X_{ij} [\min (S_i, D_j)]$.
2. Jika salah satu kolom menghabiskan supply atau demand, maka lanjutkan dengan pengalokasian pada supply atau demand yang tak habis. Jika supply atau demand telah dihabiskan, pindahkan secara diagonal ke kotak berikutnya.
3. Lanjutkan dengan cara yang sama sampai semua supply telah dihabiskan dan semua demand telah dipenuhi.

CONTOH NORTHWEST-CORNER

Pabrik	Gudang (Tujuan)					Supply
	1	2	3	4	5	
1	30 16	20 16	13	22	17	50
2	14	0 14	60 13	19	12	60
3	19	19	10 20	30 23	10 50	50
4	50	5	45	7	50 8	50
Permintaan	30	20	70	30	60	210

METODE LEAST-COST

Metode Least Cost meminimasi biaya dengan pengalokasian secara sistematis pada kotak-kotak sesuai dengan besarnya biaya transportasi per unit.

Algoritma Metode Least-Cost:

1. Pilih Variabel X_{ij} dengan biaya transportasi C_{ij} terkecil dan alokasikan sebanyak mungkin. Untuk C_{ij} terkecil, $X_{ij} = \min [S_i, D_j]$. Ini akan menghabiskan baris i atau kolom j .
2. Ulang langkah 1, untuk pengalokasian dengan melihat C_{ij} terkecil untuk yang belum teralokasi.
3. Lanjutkan proses ini sampai semua supply dan demand terpenuhi.

CONTOH METODE LEAST-COST

Pabrik	Gudang (Tujuan)					Supply
	1	2	3	4	5	
1	16	16	13	22	17	50
2	14	14	13	19	12	60
3	19	19	20	23	50	50
4	50	5	45	7	8	50
Permintaan	30	20	70	30	60	210

METODE VOGEL

Metode Vogel selalu memberikan solusi yang lebih baik dibandingkan metode NorthWest-Corner dan sering lebih baik dari pada metode Least-Cost.

Algoritma Metode Vogel:

1. Hitung Opportunity (Difference) Cost untuk setiap baris dan kolom. Perbedaan biaya ini adalah selisih antara nilai C_{ij} terkecil dengan nilai C_{ij} terkecil berikutnya. Apabila perbedaan kedua nilai tersebut 0, maka dituliskan 0.
2. Pilih baris atau kolom yang mempunyai perbedaan biaya yang terbesar (jika terdapat nilai yang sama pilih secara sembarang). Alokasikan X_{ij} sebanyak mungkin untuk nilai C_{ij} terkecil. $X_{ij} = \min [S_i, D_j]$.
3. Hilangkan semua baris atau kolom yang sudah terpenuhi, jika masih terdapat supply atau demand yang belum teralokasikan. Lanjutkan langkah 1.
4. Jika semua sudah teralokasi maka solusi awal telah diperoleh.

CONTOH METODE VOGEL

Pabrik	Tujuan					Supply	Selisih Baris
	1	2	3	4	5		
1	16	16	13	22	17	50	3
2	14	14	13	19	12	60	1
3	19	19	20	23	50	50	0
4	50	5	45	7	8	50	2
Permintaan	30	20	70	30	60		
Selisih Kolom	2	9	0	12	4		

CONTOH METODE VOGEL

Pabrik	Tujuan				Supply Selisih Baris	
	1	2	3	5		
1	16	16	13	17	50	3
2	14	14	13	12	60	1
3	19	19	20	50	50	0
4	50	5	45	8	20	3
Permintaan	30	20	70	60		
Selisih Kolom	2	9	0	4		

CONTOH METODE VOGEL

Pabrik	Tujuan				Supply	Selisih Baris
	1	2	3	5		
1	16	16	13	17	50	3
2	14	14	13	12	60	1
3	19	19	20	50	50	0
Permintaan	30	20	70	60		
Selisih Kolom	2	2	0	5		

CONTOH METODE VOGEL

Pabrik	Tujuan				Supply	Selisih Baris
	1	2	3	5		
1	16	16	13	17	50	3
3	19	19	20	50	50	0
Permintaan	30	20	70	60		
Selisih Kolom	3	3	7	5		

CONTOH METODE VOGEL

Pabrik	Tujuan				Supply	Selisih Baris
	1	2	3	5		
3	19	19	20	50	50	0
Permintaan	30	0	20	0		
Selisih Kolom	3	3	7	5		

CONTOH METODE VOGEL

Pabrik	Gudang (Tujuan)					Supply
	1	2	3	4	5	
1	16	16	13	22	17	50
2	14	14	13	19	12	60
3	19	19	20	23	50	50
4	50	5	45	7	8	50
Permintaan	30	20	70	30	60	210

Biaya Transportasi adalah

$$Z = 30 \cdot 19 + 20 \cdot 5 + 0 \cdot 19 + 50 \cdot 13 + 20 \cdot 20 + 30 \cdot 7 + 60 \cdot 12 + 0 \cdot 50 = 2.650$$

SOLUSI OPTIMAL (METODE MODI)

Metode ini adalah salah satu metode dalam mencari solusi optimal.

Algoritma Metode MODI

1. Tentukan Nilai U_i untuk setiap baris ke i , dan Nilai V_j untuk setiap kolom ke j . Untuk setiap variabel basis setiap sel, X_{ij} mengikuti persamaan $U_i + V_j = c_{ij}$, Dimana c_{ij} adalah biaya transportasi. Dan asumsikan $U_1 = 0$.
2. Hitung perubahan biaya, C_{ij} , untuk setiap variabel nonbasis dengan persamaan $C_{ij} = c_{ij} - U_i - V_j$
3. Jika terdapat nilai C_{ij} negatif, solusi belum optimal. Pilih variabel X_{ij} dengan nilai C_{ij} negatif terbesar sebagai entering variabel.
4. Alokasi barang ke entering variabel, dengan melihat koefisien (-) yang X_{ij} terkecil. Kembali ke langkah 1.

SOLUSI OPTIMAL (METODE MODI)

Iterasi 0	Tujuan										Supply	Ui
	1		2		3		4		5			
1	30	16	20	16		13		22		17	50	0
						-2		4		-28		
2		14	0	14	60	13		19		12	60	-2
		0			-			3		-31		
3		19		19	10	20	30	23	10	50	50	5
		-2		-2	+							
4		50		5		45		7	50	8	50	-37
		71		26		67		26				
Permintaan	30		20		70		30		60		Z = 3170	
Vj	16		16		15		18		45			

SOLUSI OPTIMAL (METODE MODI)

Iterasi 1	Tujuan										Supply	Ui
	1		2		3		4		5			
1	30	16	20	16		13		22		17	50	0
						-2		4		3		
2		14	0	14	50	13		19	10	12	60	-2
		0			-			3	+	0		
3		19		19	20	20	30	23		50	50	5
		-2		-2	+		-			31		
4		50		5		45		7	50	8	50	6
		28		-17		24	+	-17	-			
Permintaan	30		20		70		30		60		Z = 3,060.00	
Vj	16		16		15		18		14			

SOLUSI OPTIMAL (METODE MODI)

Iterasi 2	Tujuan										Supply	Ui
	1		2		3		4		5			
1	30	16	20	16		13		22		17	50	0
2		14	0	14	20	13		19	40	12	60	-2
3		19		19	50	20		23		50	50	5
4		50		5		45	30	7	20	8	50	-6
Permintaan	30		20		70		30		60		Z = 2,910.00	
Vj	16		16		15		13		14			

SOLUSI OPTIMAL (METODE MODI)

Iterasi 3	Tujuan										Supply	Ui
	1		2		3		4		5			
1	30	16	20	16		13		22		17	50	0
2		14		14	20	13		19	40	12	60	-7
		5		5	-			8		+		
3		19		19	50	20		23		50	50	0
4		50	0	5		45	30	7	20	8	50	-11
		45	+	0		36				-		
Permintaan	30		20		70		30		60		Z= 2,910.00	
Vj	16		16		20		18		19			

SOLUSI OPTIMAL (METODE MODI)

Iterasi 4	Tujuan										Supply	Ui
	1		2		3		4		5			
1	30	16	0	16	20	13		22		17	50	0
	-				+			6		0		
2		14		14		13		19	60	12	60	-5
		3		3		5		8		0		
3		19		19	50	20		23		50	50	7
	+	-4		-4	-	0		0		33		
4		50	20	5		45	30	7	0	8	50	-9
		43		-2		41						
Permintaan	30		20		70		30		60		Z = 2,770.00	
Vj	16		16		13		16		17			

SOLUSI OPTIMAL (METODE MODI)

Iterasi 5	Tujuan										Supply	Ui
	1		2		3		4		5			
1		16	0	16	50	13		22		17	50	0
		4	-		+			6		0		
2		14		14		13		19	60	12	60	-5
		7		3		5		8		0		
3	30	19		19	20	20		23		50	50	7
			+	-4	-			0		26		
4		50	20	5		45	30	7	0	8	50	-9
		47		-2		41						
Permintaan	30		20		70		30		60		Z=2,650.00	
Vj	12		16		13		16		17			

SOLUSI OPTIMAL (METODE MODI)

Iterasi 6	Tujuan										Supply	Ui
	1		2		3		4		5			
1		16		16	50	13		22		17	50	0
		4		4			0		8			
2		14		14		13		19	60	12	60	-3
		5		5		3		8				
3	30	19	0	19	20	20		23		50	50	7
				0			0		2			
4		50	20	5		45	30	7	0	8	50	-7
		45			0			39				
Permintaan	30		20		70		30		60		Z = 2,650.00	
Vj	12		12		13		14		15			

Solusi Optimal sudah diperoleh, karena tidak ada perubahan biaya Cij yang bernilai negatif. Dengan $Z = 2.650$

Metode *Stepping Stone*

- ▶ Metode *Stepping Stone* adalah metode untuk mendapatkan solusi optimal masalah transportasi (*Total Cost* yang minimum)
- ▶ Metode ini bersifat *trial and error*, yaitu dengan mencoba-coba memindahkan sel yang ada isinya (*stone*) ke sel yang kosong (*water*).
- ▶ **Pemindahan ini harus mengurangi biaya**, sehingga harus dipilih sel-sel kosong yang biaya transportasinya kecil dan memungkinkan dilakukan pemindahan.

Metode *Stepping Stone*

- ▶ Langkah-langkah pemecahan masalah:
 1. Penyusunan tabel alokasi
 2. Prosedur alokasi
 3. Mengubah alokasi secara *trial and error*

Metode *Stepping Stone*

Contoh :

- ▶ Suatu perusahaan memiliki **tiga pabrik** yang **berlokasi di tiga kota yang berbeda** dengan kapasitas produksi per bulan adalah : Pabrik A = 90, Pabrik B = 60, dan Pabrik C = 50.
- ▶ Perusahaan tersebut juga mempunyai **tiga gudang** penyimpanan hasil produksinya yang **berlokasi di tiga kota yang berbeda** dengan jumlah permintaan per bulan adalah : Gudang I = 50, Gudang II = 110, dan Gudang III = 40.

Metode *Stepping Stone*

Contoh.....

- ▶ Diketahui **biaya transportasi** dari setiap pabrik ke setiap Gudang adalah sebagai berikut :

	Gudang I	Gudang II	Gudang III
Pabrik A	20	5	8
Pabrik B	15	20	10
Pabrik C	25	10	19

- ▶ Tentukan **total biaya transportasi minimum** dengan menggunakan metode *Stepping Stone* !

Metode *Stepping Stone*

JAWAB :

- ▶ Periksa dulu apakah *Total Demand (TD)* dengan *Total Supply (TS)* sama atau tidak.
- ▶ **Jika $TD = TS$** , maka dikatakan Tabel Transportasi seimbang (*equilibrium*), jadi tidak perlu ada kolom *dummy* (tujuan *dummy*) maupun baris *dummy* (sumber *dummy*).
- ▶ **Jika $TD > TS$** , maka perlu diseimbangkan dengan menambahkan baris *dummy* (sumber *dummy*).
- ▶ **Jika $TD < TS$ atau $TS > TD$** , maka perlu diseimbangkan dengan menambahkan kolom *dummy* atau tujuan *dummy*.
- ▶ Dalam soal ini $TD = 200$ dan $TS = 200$, jadi tidak perlu ada kolom maupun baris *dummy*.

Metode *Stepping Stone*

langkah-01: Menyusun Tabel Alokasi

- Penyusunan tabel dilakukan dengan metode *North-West Corner (sudut barat laut)* :

Lokasi Sumber (sources)		Lokasi Tujuan (destination)										
		Gudang I		Gudang II		Gudang III		Total Supply				
		Pabrik A	x_{11}	20	x_{12}	5	x_{13}	8	90			
			PabriK B	x_{21}		15		x_{22}		20	x_{23}	10
				Pabrik C		x_{31}				25		x_{32}
Total Demand	50		110		40		200					

- X_{ij} = banyaknya alokasi dari sumber i ke tujuan j. Misal dari pabrik A ke gudang I
- Nilai X_{ij} inilah yang pertama kali harus dicari

Metode *Stepping Stone*

langkah-02: Prosedur Alokasi

- ▶ Mulai dari sudut X_{11} dialokasikan sejumlah maksimum produk dengan melihat kapasitas pabrik dan kebutuhan gudang.
- ▶ Setelah itu, dilanjutkan dengan mengalokasikan pada $X_{i,j+1}$ bila sumber masih mempunyai kapasitas yang tersisa.
- ▶ Bila tidak, alokasikan ke $X_{i+1,j}$ dan seterusnya hingga semua kebutuhan terpenuhi
- ▶ Jumlah rute yang dilalui = (jumlah kolom + jumlah baris) – 1
- ▶ Contoh di atas, jumlah rute yang dilalui = $(3 + 3) - 1 = 5$
- ▶ Jika jumlah rute kurang dari jumlah rute yang dilalui maka solusinya dinamakan dengan *degenerate*.

$$TC_0 = 50(20) + 40(5) + 60(20) + 10(10) + 40(19) = 3.260$$



Metode *Stepping Stone*

langkah-02.....

- Tabel yang dihasilkan, yang disebut dengan Tabel Awal adalah sebagai berikut:

Lokasi Sumber (sources)	Lokasi Tujuan (destination)					
	Gudang I		Gudang II		Gudang III	
Pabrik A	50	20	40	5	8	90
PabriK B		15	60	20	10	60
Pabrik C		25	10	10	40	50
Total Demand	50		110		40	

Metode *Stepping Stone*

langkah-03: Mengubah alokasi secara *trial and error*

- ▶ Kita mulai dari sudut kiri atas (*NWC*)
 - ▶ Sel B-I akan kita isi, dengan memindahkan isi dari sel A-I yaitu 50 unit.
 - ▶ Supaya jumlah *Total Supply* tetap, maka sebagian dari isi sel B-II dipindah ke sel A-II (sesuaikan dg *Total Supply*)
 - ▶ Sehingga sel B-II sisa 10 dan *Total Supply* tetap
 - ▶ Dengan begitu, biaya transportasi akan berkurang sebanyak $(20 - 15) + (20 - 5) = 20$.
 - ▶ Jika dipindahkan sebanyak 50, maka total biaya transportasi akan berkurang sebanyak 1.000.
 - ▶ $TC_1 = 90(5) + 50(15) + 10(20) + 10(10) + 40(19) = 2.260$
-

Metode Stepping Stone

Lokasi Tujuan (destination)

Lokasi Sumber (sources)

	Gudang I		Gudang II		Gudang III		Total Supply
Pabrik A	50	20	40	5		8	90
Pabrik B		15	60	20		10	60
Pabrik C		25	10	10	40	19	50
Total Demand	50		110		40		200



Tabel Transportasi Awal

Lokasi Tujuan (destination)

Lokasi Sumber (sources)

	Gudang I		Gudang II		Gudang III		Total Supply
Pabrik A	50	20	90	5		8	90
Pabrik B		15	10	20		10	60
Pabrik C		25	10	10	40	19	50
Total Demand	50		110		40		200

Tabel Transportasi Perbaikan Pertama



Metode *Stepping Stone*

Langkah-04: percobaan kedua

- ▶ Selanjutnya, pilih sel dengan **biaya transportasi terkecil** dan **memungkinkan dilakukan pemindahan**.
- ▶ Dalam hal ini kita pindahkan isi dari sel C-III ke sel A-III
- ▶ Agar jumlahnya tetap seimbang, maka sebagian isi sel A-II dipindahkan ke sel C-II.
- ▶ Pemindahan ini mengurangi biaya $(19 - 8) + (5 - 10) = 6$.
- ▶ Jika dipindahkan sebanyak 40, maka total biaya transportasi berkurang sebanyak 240.
- ▶ **$TC_2 = 50(5) + 40(8) + 50(15) + 10(20) + 50(10) = 2020$**



Metode Stepping Stone

Lokasi Tujuan (destination)

Lokasi Sumber (sources)	Gudang I		Gudang II		Gudang III		Total Supply
	Pabrik A	20	90	5	8		90
	Pabrik B	50	15	10	20	10	60
	Pabrik C	25	10	10	40	19	50
	Total Demand	50	110	40			200



Tabel Transportasi Perbaikan Pertama

Lokasi Tujuan (destination)

Tabel Transportasi Perbaikan Kedua



Lokasi Sumber (sources)

Lokasi Sumber (sources)	Gudang I		Gudang II		Gudang III		Total Supply
	Pabrik A	20	50	5	40	8	90
	Pabrik B	50	15	10	20	10	60
	Pabrik C	25	50	10		19	50
	Total Demand	50	110	40			200



Metode *Stepping Stone*

Langkah-05: percobaan ketiga

- ▶ Selanjutnya jika dipindahkan isi dari sel B-II ke sel B-III, maka agar jumlahnya tetap seimbang, isi sel A-III dipindahkan sebagian ke sel A-II.
- ▶ Pemindahan ini mengurangi biaya $(20 - 10) + (8 - 5) = 13$.
- ▶ Jika dipindahkan sebanyak 10 unit, maka total biaya transportasi akan berkurang sebanyak 130.
- ▶ $TC_3 = 60(5) + 30(8) + 50(15) + 10(10) + 50(10) = 1.890$



Metode Stepping Stone

Lokasi Sumber (sources)	Lokasi Tujuan (destination)						Total Supply
	Gudang I		Gudang II		Gudang III		
	Pabrik A	20	50	5	40	8	
	PabriK B	50	10	20		10	
Pabrik C	25	50	10		19		
Total Demand	50		110		40		200



Tabel Transportasi Perbaikan Kedua

Tabel Transportasi Perbaikan Ketiga



Lokasi Sumber (sources)

Lokasi Tujuan (destination)							
	Gudang I		Gudang II		Gudang III		Total Supply
Pabrik A		20	60	5	30	8	90
PabriK B	50	15		20	10	10	60
Pabrik C		25	50	10		19	50
Total Demand	50		110		40		200

Metode *Stepping Stone*

- Jadi Total biaya transportasi minimum (solusi optimal) yang diperoleh dengan metode *Stepping Stone* sebesar 1.890.

Lokasi Sumber (sources)	Lokasi Tujuan (destination)						Total Supply
	Gudang I		Gudang II		Gudang III		
	Pabrik A	20	60	5	30	8	
	PabriK B	50	15	20	10	10	
Pabrik C		25	50	10	19		
Total Demand	50		110		40		200