

METODE TRANSPORTASI

- PENGERTIAN
- METODE STEPPING STONE
- METODE MODI
- METODE VOGELS APPROXIMATION (VAM)

PENGERTIAN

- Metode Transportasi merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengatur distribusi dari sumber-sumber yang menyediakan produk yang sama, ke tempat-tempat yang membutuhkan secara optimal.
- Alokasi produk harus diatur sedemikian rupa karena terdapat perbedaan biaya-biaya alokasi dari satu sumber ke tempat tujuan yang berbeda-beda dan dari beberapa sumber ke suatu tempat tujuan yang berbeda.

METODE STEPPING STONE

Langkah-langkah pemecahan masalah:

1. Penyusunan tabel alokasi
2. Prosedur alokasi
3. Mengubah alokasi secara trial and error

Contoh:

Suatu perusahaan memiliki 3 pabrik yang berada di W, H dan P. Sedangkan produk tersebut akan didistribusikan atau dialokasikan ke 3 gudang penjualan di A,B dan C. Kapasitas pabrik, kebutuhan gudang dan biaya pengangkutan dari tiap pabrik ke tiap gudang adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Kapasitas Pabrik

Pabrik	Kapasitas Produksi tiap bulan
W	90 ton
H	60 ton
P	50 ton
Jumlah	200 ton

Tabel 2. Kebutuhan Gudang A,B dan C

Gudang	Kebutuhan tiap bulan
A	50 ton
B	110 ton
C	40 ton
Jumlah	200 ton

Tabel 3. Biaya Pengangkutan setiap ton dari Pabrik ke Gudang

Dari	Biaya tiap ton (000)		
	Ke Gudang A	Ke Gudang B	Ke Gudang C
Pabrik W	20	5	8
Pabrik H	15	20	10
Pabrik P	25	10	19

1. Menyusun Tabel Alokasi

Dari \ Ke	Gudang A	Gudang B	Gudang C	Kapasitas Pabrik
Pabrik W	X_{11} 20	X_{12} 5	X_{13} 8	90
Pabrik H	X_{21} 15	X_{22} 20	X_{23} 10	60
Pabrik P	X_{31} 25	X_{32} 10	X_{33} 19	50
Kebutuhan Gudang	50	110	40	200

X_{ij} = banyaknya alokasi dari sumber i ke tujuan j. Misal dari W ke A (sumber 1 ke tujuan pertama)

Nilai X_{ij} inilah yang akan dicari

2. **Prosedur Alokasi**

Pedoman yang digunakan adalah:

Pedoman Sudut Barat Laut (Northwest corner rule)

Mulai dari sudut $X_{1,1}$ dialokasikan sejumlah maksimum produk dengan melihat kapasitas pabrik dan kebutuhan gudang.

Setelah itu bila X_{ij} merupakan kotak terakhir yang dipilih dilanjutkan dengan mengalokasikan pada $X_{i,j+1}$ bila i mempunyai kapasitas yang tersisa. Bila tidak, alokasikan ke $X_{i+1,j}$ dan seterusnya hingga semua kebutuhan terpenuhi

Segi empat yang terisi alokasi biasanya disebut segi empat batu, sedangkan yang kosong disebut segi empat air.

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*

Tabel Alokasi Pertama dengan Metode Stepping Stone

Dari \ Ke	Gudang A	Gudang B	Gudang C	Kapasitas Pabrik
Pabrik W	20	5	8	90
Pabrik H	15	20	10	60
Pabrik P	25	10	19	50
Kebutuhan Gudang	50	110	40	200

Diagram of flow and allocation:

- From Pabrik W: 50 units to Gudang A, 40 units to Gudang B, 8 units to Gudang C.
- From Pabrik H: 15 units to Gudang A, 20 units to Gudang B, 10 units to Gudang C.
- From Pabrik P: 25 units to Gudang A, 10 units to Gudang B, 19 units to Gudang C.
- From Gudang B: 10 units to Gudang C.

Biaya Pengangkutan untuk Alokasi Tahap pertama=

$$50 (20) + 40(5) + 60 (20) + 10 (10) + 40 (19) = 3260$$

3. Mengubah Alokasi secara Trial Error

Langkah-langkahnya:

1. Pilih kotak/jalur yang tidak digunakan (WC,HA,HC,PA) untuk dievaluasi
2. Dengan dimulai dari jalur ini, telusuri jalur dengan jalur tertutup melewati jalur yang sebenarnya/terpakai
3. Di jalur yang tidak terpakai, berilah tanda plus (+). Kemudian jalur selanjutnya tanda minus (-) dan seterusnya sesuai dengan jalur yang dikalkulasikan
4. Hitung *Improvement Index* dengan menambahkan unit cost sesuai jalur dengan tanda plus atau minus
5. Ulangi tahap 1-4 untuk tiap jalur kosong yang ada. Jika dihasilkan nilai sama atau lebih dari nol, maka solusi optimalnya dapat diketahui. Namun jika ada yang kurang dari nol maka memungkinkan untuk meningkatkan hasil sebelumnya dan mengurangi total biaya transportasi.

Dari \ Ke	Gudang A	Gudang B	Gudang C	Kapasitas Pabrik
Pabrik W	50 20	40 ⁽⁻⁾ 5	(+) 8	90
Pabrik H	15	60 20	10	60
Pabrik P	25	10 ⁽⁺⁾ 10	40 ⁽⁻⁾ 19	50
Kebutuhan Gudang	50	110	40	200

Contoh:

Jalur 1:

$$+WC-WB+PB-PC = +8-5+10-19 = -6$$

Ke Dari	Gudang A	Gudang B	Gudang C	Kapasitas Pabrik
Pabrik W	(-) 20	(+) 5	8	90
Pabrik H	(+) 15	20 (-)	10	60
Pabrik P	25	10	19	50
Kebutuhan Gudang	50	110	40	200

Jalur 2:

$$+HA - HB + WB - WA = +15 - 20 + 5 - 20 = -20$$

Ke Dari	Gudang A	Gudang B	Gudang C	Kapasitas Pabrik
Pabrik W	(-) 20 50	(+) 5 40	8	90
Pabrik H	15	20 60	10	60
Pabrik P	(+) 25	10	19 40	50
Kebutuhan Gudang	50	110	40	200

Jalur 3:

$$+PA - PB + WB - WA = +25 - 10 + 5 - 20 = 0$$

Nilai *improvement index*:

- Jalur 1 = $+WC - WB + PB - PC = +8 - 5 + 10 - 19 = -6$
- Jalur 2 = $+HA - HB + WB - WA = +15 - 20 + 5 - 20 = -20$
- Jalur 3 = $+PA - PB + WB - WA = +25 - 10 + 5 - 20 = 0$

Dengan adanya nilai *improvement index* kurang dari nol (negatif), maka cost saving dapat dilakukan dari (HA). Jika terdapat lebih dari satu index yang bernilai negatif maka diambil nilai index negatif terbesar.

3. Mengubah alokasi secara trial error

Tabel Perbaikan pertama dengan trial error

Ke Dari	Gudang A	Gudang B	Gudang C	Kapasitas Pabrik
Pabrik W	20	5	8	90
Pabrik H	15	20	10	60
Pabrik P	25	10	19	50
Kebutuhan Gudang	50	110	40	200

The diagram illustrates trial error adjustments in the transportation problem table. Red arrows indicate adjustments: 50 units from Gudang A to Gudang B (labeled (-) 50), 40 units from Gudang B to Gudang C (labeled (+) 40), 60 units from Gudang B to Gudang C (labeled (-) 60), and 40 units from Gudang C to Gudang B (labeled (+) 40). A blue circle highlights a (+) sign in the Gudang A column.

Ke Dari	Gudang A	Gudang B	Gudang C	Kapasitas Pabrik
Pabrik W	(-) 20 50-50=0	(+) 5 40+50=90	8	90
Pabrik H	(+) 15 +50	(-) 20 60-50=10	10	60
Pabrik P	25	10	19	50
Kebutuhan Gudang	50	110	40	200

Biaya Pengangkutan untuk Alokasi perbaikan pertama =

$$90 (5) + 50 (15) + 10 (20) + 10 (10) + 40 (19) = 2260$$

Perbaikan 2:

Dari	Ke	Gudang A	Gudang B	Gudang C	Kapasitas Pabrik
Pabrik W		20	5 (-)	8 (+)	90
Pabrik H		15 (-)	20 (+)	10	60
Pabrik P		25	10	19	50
Kebutuhan Gudang		50	110	40	200

Diagram details: Red arrows show a path from Pabrik P to Gudang A (25), Gudang A to Gudang B (10), and Gudang B to Gudang C (10). Green arrows show a path from Gudang C to Gudang B (90) and Gudang B to Gudang C (40). Blue circles with '+' are at Pabrik P and Gudang C. Blue circles with '-' are at Gudang A and Gudang B. Blue numbers 50, 10, 10, 40, and 90 are placed near the arrows.

Jalur 1 = \rightarrow = $+PA - PB + HB - HA = +25 - 10 + 20 - 15 = 20$

Jalur 2 = \Rightarrow = $+WC - WB + PB - PC = +8 - 5 + 10 - 19 = -6 \rightarrow$ yang dipilih

Jika jalur 1 yang dipilih hasil belum optimal. Bukti:

Ke Dari	Gudang A	Gudang B	Gudang C	Kapasitas Pabrik
Pabrik W	20	5	8	90
Pabrik H	(-) 15 50-10=40	(+) 20 10+10=20	10	60
Pabrik P	(+) 10 25	10 10-10=0	19	50
Kebutuhan Gudang	50	110	40	200

Biaya Pengangkutan untuk Alokasi perbaikan kedua =

$$90 (5) + 40 (15) + 20 (20) + 10 (25) + 40 (19) = 2460$$

Perbaikan ketiga – dengan segi empat yang tidak berdekatan yaitu WC

Tabel Perbaikan ketiga

Ke Dari	Gudang A	Gudang B	Gudang C	Kapasitas Pabrik
Pabrik W	20	5	8	90
Pabrik H	50 15	10 20	(+) 10	60
Pabrik P	25	(+) 10	(-) 40	50
Kebutuhan Gudang	50	110	40	200

Perbaikan dengan masalah alokasi segi empat tidak berdekatan

Dari \ Ke	Gudang A	Gudang B	Gudang C	Kapasitas Pabrik
Pabrik W	20	5	8	90
Pabrik H	15	20	10	60
Pabrik P	25	10	19	50
Kebutuhan Gudang	50	110	40	200

Diagram annotations on the table:

- Red arrows: From (W, B) to (W, C), from (W, B) to (H, B), from (H, B) to (P, B), from (P, B) to (P, C).
- Green text: $90-40=50$ (between W and H rows), $(+) 40$ (between W and H columns), $10+40=50$ (between H and P rows), $40-40=0$ (between H and P columns).
- Red text: 50 (between W and H rows), 10 (between H and P rows).

Biaya Pengangkutan untuk Alokasi Tahap Kedua=

$$50 (5) + 40 (8) + 50 (15) + 10 (20) + 50 (10) = \mathbf{2020}$$

Apakah ini sudah optimal?

Cek kembali dengan menghitung nilai indexnya

Dari \ Ke	Gudang A	Gudang B	Gudang C	Kapasitas Pabrik
Pabrik W	20	5 (+)	40 (-)	90
Pabrik H	15	20 (-)	10 (+)	60
Pabrik P	25	10	19	50
Kebutuhan Gudang	50	110	40	200

Diagram showing flow adjustments with red arrows and a circled '+' in the Pabrik H to Gudang C cell:

- Red arrow from Pabrik W to Gudang B: 50 (+)
- Red arrow from Pabrik W to Gudang C: 40 (-)
- Red arrow from Pabrik H to Gudang B: 20 (-)
- Red arrow from Pabrik H to Gudang C: 10 (+)
- Red arrow from Gudang B to Gudang C: 50 (+)
- Red arrow from Gudang C to Gudang B: 10 (-)
- Red arrow from Gudang C to Pabrik H: 10 (+)

Index:

$$+HC-WC+WB-HB = +10-8+5-20 = -13$$

Tabel Perbaikan:

Dari \ Ke	Gudang A	Gudang B	Gudang C	Kapasitas Pabrik
Pabrik W	20	5 $50+10=60$ $(+)$	$40-10=30$ 8 $(-)$	90
Pabrik H	15 50	20 $10-10=0$ $(-)$	10 + +10	60
Pabrik P	25	10	19	50
Kebutuhan Gudang	50	110	40	200

Hasil Perbaikan:

Ke \ Dari	Gudang A	Gudang B	Gudang C	Kapasitas Pabrik
Pabrik W	20	5	8	90
Pabrik H	15	20	10	60
Pabrik P	25	10	19	50
Kebutuhan Gudang	50	110	40	200

Total Biaya Transportasi:

$$60 (5) + 30 (8) + 50 (15) + 10 (10) + 50 (10) =$$

$$300 + 240 + 750 + 100 + 500 = \mathbf{1890} \rightarrow \mathbf{HASIL SUDAH OPTIMAL}$$

Soal:

Berikut adalah data mengenai biaya transportasi dari pabrik ke gudang barang jadi beserta kapasitasnya masing-masing.

Pabrik (Kapasitas)	Gudang tujuan (Kapasitas)		
	A (300)	B (200)	C (200)
D (100)	5	4	3
E (300)	8	4	3
F (300)	9	7	5

Tentukan biaya transportasi yang paling minimal yang dapat dipilih.