

METODE TRANSPORTASI

SEVI NURAFNI

BAHAN KULIAH RISET OPERASI
PROGRAM STUDI BISNIS DIGITAL

GITHUB.COM/SEVINURAFNI/FBD31

MENENTUKAN ENTERING VARIABLE DAN LEAVING VARIABEL



Tahap selanjutnya dari teknik pemecahan persoalan transportasi adalah menentukan entering dan leaving variable



Tahap ini dilakukan setelah diperoleh solusi fisible basis awal.



Ada dua cara yang dapat digunakan dalam menentukan entering dan leaving variable, yaitu : **Metode Stepping Stone** dan **Metode Multipliers**

METODE STEPPING STONE

- Setelah solusi fisibel basis awal diperoleh dari masalah transportasi, langkah berikutnya adalah menekan ke bawah biaya transpor dengan memasukkan variabel nonbasis (yaitu alokasi komoditas ke kotak kosong) ke dalam solusi.
- Proses evaluasi variabel non-basis yang memungkinkan terjadinya perbaikan solusi dan kemudian mengalokasikan kembali dinamakan metode steppingstone.

METODE STEPPING STONE

- Prosedurnya:
 1. Arah jalur yang diambil : baik searah maupun berlawanan arah dengan jarum jam adalah tidak penting dalam membuat jalur tertutup.
 2. Jalur-jalur dimulai dari setiap kotak kosong (variabel non basis) yang harus diteruskan ke kotak-kotak terisi (variable basis), dan pada akhirnya kembali ke kotak kosong awal.
 3. Hanya ada satu jalur tertutup untuk setiap kotak kosong.

METODE STEPPING STONE

- Prosedurnya:
 4. Jalur yang dibuat harus/hanya mengikuti kotak terisi (dimana pada kotak ini terjadi perubahan arah), kecuali pada kotak kosong yang sedang dievaluasi.
 5. Namun, baik kotak terisi maupun kosong dapat dilewati dalam penyusunan jalur tertutup.
 6. Suatu jalur dapat terjadi perpotongan.
 7. Sebuah penambahan dan sebuah pengurangan yang sama besar harus kelihatan pada setiap baris kolom pada jalur itu.

- Karena dari langkah 1 diperoleh solusi fisibel awal dari metoda VAM dengan $Z = 1920$ dan tabel distribusinya sbb :

Dari \ Ke	1	2	3	Supply
1	70	8	5	50
2		15	10	12
3	80	3	9	10
Demand	150	70	60	280

Maka dari tabel VAM di samping, Dilakukan perhitungan Solusi optimum.

Iterasi 1

Dari \ Ke	1	2	3	Supply	
Dari					
1	70	8	+ 5	- 6	120
2		15	- 10	+ 12	80
3	80	3	9	10	80
Demand	150	70	60	280	

A diagram showing a flow path from node 1 to node 2 through node 3. A yellow double-headed arrow indicates a flow of 70 units from node 1 to node 2. Another yellow double-headed arrow indicates a flow of 10 units from node 3 to node 2. A horizontal yellow double-headed arrow between nodes 2 and 3 indicates a flow of 50 units.

Jalur $X_{12} = X_{13} \rightarrow X_{23} \rightarrow X_{22} \rightarrow X_{12}$

$$\begin{aligned}\Delta C_{12} &= -6 + 12 - 10 + 5 \\ &= +1\end{aligned}$$

Iterasi 2

Dari \ Ke	1	2	3	Supply
Dari				
1	70	-8	5	+6
2		+15	10	-12
3	80	3	9	10
Demand	150	70	60	280

Diagram illustrating the flow of goods from source 1 to destination 1 through intermediate nodes 2 and 3. Arrows indicate the path: 1 → 2 → 3 → 1. The values on the arrows represent the flow: 70 (from 1 to 2), 15 (from 2 to 3), and 10 (from 3 to 1). The total flow from source 1 is 70 + 15 + 10 = 95.

Jalur $X_{21} = X_{11} \rightarrow X_{13} \rightarrow X_{23} \rightarrow X_{21}$

$$\begin{aligned}\Delta C_{21} &= -8 + 6 - 12 + 15 \\ &= +1\end{aligned}$$

Iterasi 3

Dari \ Ke	1	2	3	Supply	
Dari					
1	70	5	50	120	
2		15	-10	+12	80
3	-3	70	10	9	80
Demand	150	70	60	280	

Diagram illustrating the flow of goods between three supply points (1, 2, 3) and three demand points (1, 2, 3). Arrows indicate the quantity of goods moved between nodes. Red numbers represent the change in cost for each path.

- Path from Supply 1 to Demand 1: 70 units (cost +8)
- Path from Supply 1 to Demand 2: 5 units (cost -6)
- Path from Supply 1 to Demand 3: 50 units (cost -3)
- Path from Supply 2 to Demand 2: 15 units (cost -10)
- Path from Supply 2 to Demand 3: 10 units (cost +12)
- Path from Supply 3 to Demand 1: 80 units (cost -3)
- Path from Supply 3 to Demand 2: 70 units (cost +9)
- Path from Supply 3 to Demand 3: 10 units (cost 10)

Jalur $X_{32} = X_{31} \rightarrow X_{11} \rightarrow X_{13} \rightarrow X_{23} \rightarrow X_{22} \rightarrow X_{32}$

$$\begin{aligned}\Delta C_{32} &= -3 + 8 - 6 + 12 - 10 + 9 \\ &= +10\end{aligned}$$

Iterasi 4

Dari \ Ke	1	2	3	Supply
Dari				
1	70	5	-6	120
2		15	10	12
3	-3	9	+10	80
Demand	150	70	60	280

Diagram illustrating the flow of values between nodes 1, 2, and 3. Yellow arrows indicate the movement of values:

- From node 1 to node 3: A vertical arrow pointing down from node 1 to node 3, labeled 70.
- From node 1 to node 2: A horizontal arrow pointing right from node 1 to node 2, labeled 50.
- From node 2 to node 3: A vertical arrow pointing down from node 2 to node 3, labeled 10.
- From node 3 to node 1: A horizontal arrow pointing left from node 3 to node 1, labeled 80.

Jalur $X_{33} = X_{31} \rightarrow X_{11} \rightarrow X_{13} \rightarrow X_{33}$

$$\begin{aligned}\Delta C_{33} &= -3 + 8 - 6 + 10 \\ &= +9\end{aligned}$$

- Jalur stepping stone untuk semua kotak kosong (Variabel Non Basis) :

$$X_{12} = X_{13} \rightarrow X_{23} \rightarrow X_{22} \rightarrow X_{12}$$

$$X_{21} = X_{11} \rightarrow X_{13} \rightarrow X_{23} \rightarrow X_{21}$$

$$X_{32} = X_{31} \rightarrow X_{11} \rightarrow X_{13} \rightarrow X_{23} \rightarrow X_{22} \rightarrow X_{32}$$

$$X_{33} = X_{31} \rightarrow X_{11} \rightarrow X_{13} \rightarrow X_{33}$$

- Perubahan biaya yang dihasilkan dari masing-masing jalur :

$$\Delta C_{12} = -6 + 12 - 10 + 5 = +1$$

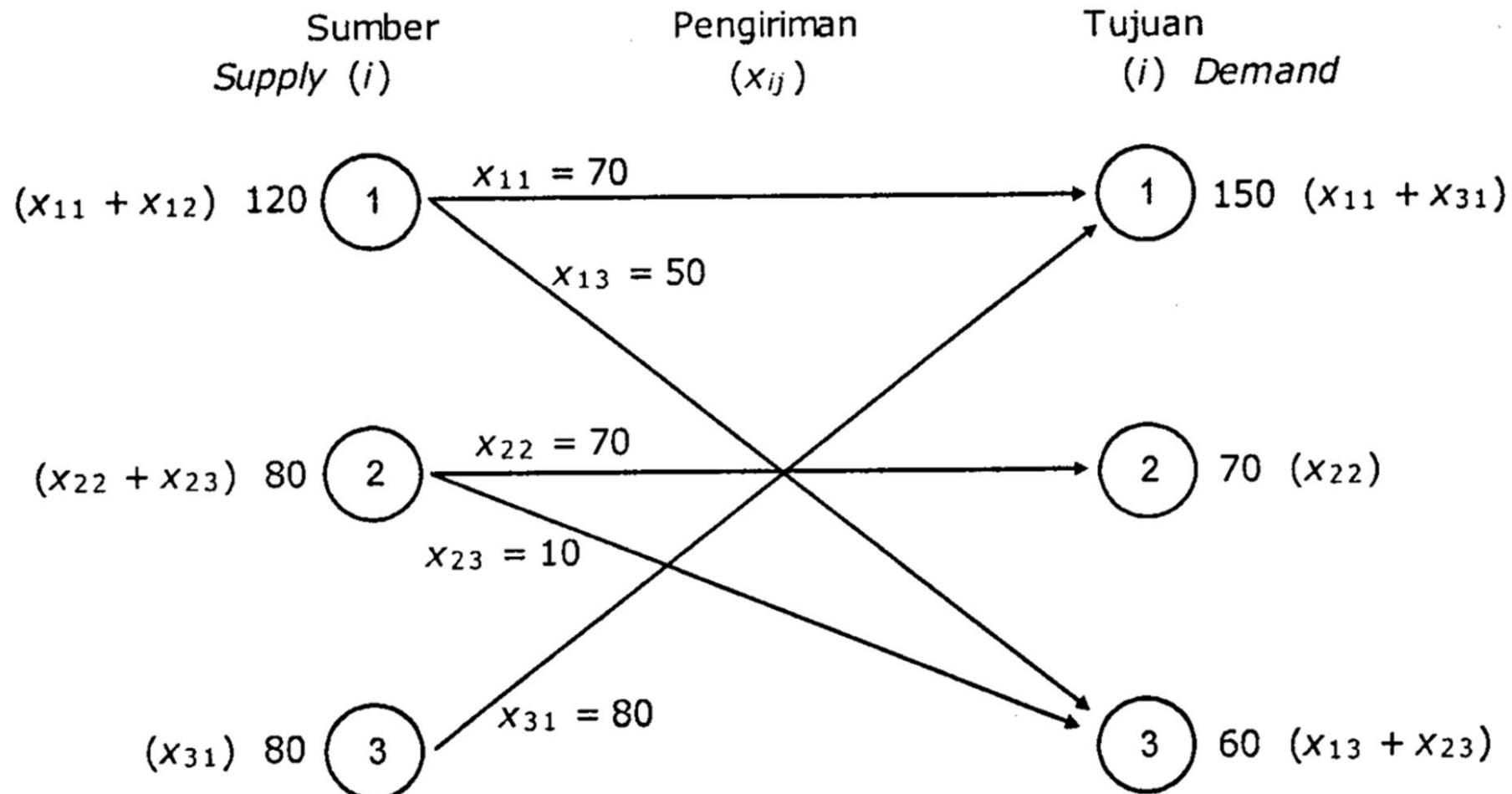
$$\Delta C_{21} = -8 + 6 - 12 + 15 = +1$$

$$\Delta C_{32} = -3 + 8 - 6 + 12 - 10 + 9 = +10$$

$$\Delta C_{33} = -3 + 8 - 6 + 10 = +9$$

Karena tidak ada calon entering variabel (semua kotak kosong memiliki C_{ij} positif), berarti solusi sudah optimum.

SOLUSI



Jika diasumsikan solusi fisibel awal diperoleh dari NWCR dengan $Z = 2690$ dan tabel distribusinya sbb :

Dari \ Ke	1	2	3	Supply			
1	120	8	5	6	120		
2	30	15	50	10	12	80	
3		3	20	9	60	10	80
Demand	150	70	60		280		

Maka dari tabel NWCR di samping, Dilakukan perhitungan Solusi Optimum.

Iterasi 1:

Sbr \ Tuj	1	2	3	supply
1	- 8 120	+ 5	6	120
2	+ 15 30	10	12	80
3	3	9	10	80
Demand	150	70	60	280

Jalur $X_{12} = X_{22} \rightarrow X_{21} \rightarrow X_{11} \rightarrow X_{12}$

$$\begin{aligned}\Delta C_{12} &= -10 + 15 - 8 + 5 \\ &= +2\end{aligned}$$

Iterasi 2:

Sbr	Tuj	1	2	3	supply
Demand		150	70	60	280
1	-	8	5	+	6
1	120				120
2	+	15	-	10	12
2	30		50		80
3		3	9	10	80
3	20	+		60	-

Jalur $X_{13}=X_{33} \rightarrow X_{32} \rightarrow X_{22} \rightarrow X_{21}$
 $\rightarrow X_{11} \rightarrow X_{13}$

$$\begin{aligned}
 \Delta C_{12} &= -10 + 9 - 10 + 15 \\
 &\quad -8 + 6 \\
 &= +2
 \end{aligned}$$

Iterasi 3:

Tuj Sbr	1	2	3	supply		
1	120	8	5	6	120	
2	30	15	-	10	12	80
3		3	+	9	10	80
Demand	150	70	60	280		

Jalur $X_{23}=X_{33} \rightarrow X_{32} \rightarrow X_{22} \rightarrow X_{23}$

$$\begin{aligned}\Delta C_{12} &= -10 + 9 - 10 + 12 \\ &= +1\end{aligned}$$

Iterasi 4:

Sbr \ Tuj	1	2	3	supply
1	120	8	5	6
2		15	10	12
3		3	9	10
Demand	150	70	60	280

Annotations on the table:

- Cell (1,1) contains 120.
- Cell (1,2) contains 8.
- Cell (1,3) contains 5.
- Cell (1,4) contains 6.
- Cell (2,2) contains 15.
- Cell (2,3) contains 10.
- Cell (2,4) contains 12.
- Cell (3,2) contains 3.
- Cell (3,3) contains 9.
- Cell (3,4) contains 10.
- Cell (1,5) contains 120.
- Cell (2,5) contains 80.
- Cell (3,5) contains 80.
- Cell (4,5) contains 280.
- Arrows indicate flow from row 1 to column 2: one arrow from 120 to 8, another from 8 to 5, and a third from 5 to 6.
- Arrows indicate flow from row 2 to column 3: one arrow from 15 to 10, and another from 10 to 12.
- Arrows indicate flow from row 3 to column 2: one arrow from 3 to 9, and another from 9 to 10.
- Annotations with signs (+/-) are present above and below the arrows:
 - Above the arrow from 120 to 8: a minus sign (-).
 - Below the arrow from 120 to 8: a plus sign (+).
 - Below the arrow from 8 to 5: a minus sign (-).
 - Below the arrow from 8 to 5: a plus sign (+).
 - Below the arrow from 15 to 10: a plus sign (+).
 - Below the arrow from 10 to 12: a minus sign (-).
 - Below the arrow from 3 to 9: a plus sign (+).
 - Below the arrow from 9 to 10: a minus sign (-).

Jalur $X_{31} = X_{21} \rightarrow X_{22} \rightarrow X_{32} \rightarrow X_{31}$

$$\begin{aligned}\Delta C_{12} &= -15 + 10 - 9 + 3 \\ &= -11\end{aligned}$$

- Hanya nilai X_{31} yang memiliki perubahan biaya negatif ($C_{31} = -11$), sehingga X_{31} adalah variable nonbasis dengan nilai C_{ij} negatif, yang jika dimasukkan ke solusi yang ada akan menurunkan biaya.
- Jika terdapat dua atau lebih variabel nonbasis dengan C_{ij} negatif, maka dipilih satu yang memiliki perubahan menurunkan biaya yang terbesar.
- Jika terdapat nilai kembar, piling salah satu secara sembarang.
- Karena telah menentukan X_{31} adalah entering variabel, kemudian harus ditetapkan berapa yang akan dialokasikan ke kotak X_{31} (tentunya ingin dialokasikan sebanyak mungkin ke X_{31}).
- Untuk menjaga kendala penawaran dan permintaan, alokasi harus dibuat sesuai dengan jalur stepping stone yang telah ditentukan untuk X_{31}

Tuj Sbr	1	2	3	supply
1	8	5	6	120
2	15	10	12	80
3	3	9	10	80
Demand	150	70	60	280

Karena pada Iterasi 4, komoditas yang paling kecil adalah $X_{32} = 20$ (yang bertanda negatif), maka nilai komoditas tersebut dipilih sebagai koefisien yang mengurangi dan menambah setiap komoditas pada jalur Iterasi 4 sesuai tanda yang telah ditentukan sebelumnya.

Iterasi 1:

Tuj Sbr	1	2	3	supply
1	8	5	6	120
2	15	10	12	80
3	3	9	10	80
Demand	150	70	60	280

Proses stepping stone yang sama untuk mengevaluasi kotak kosong harus diulang, untuk menentukan apakah solusi telah optimum atau apakah ada calon entering variabel