

METODE TRANSPORTASI

SEVI NURAFNI

BAHAN KULIAH RISET OPERASI
PROGRAM STUDI BISNIS DIGITAL

[GITHUB.COM/SEVINURAFNI/FBD31](https://github.com/SEVINURAFNI/FBD31)

MENENTUKAN ENTERING VARIABLE DAN LEAVING VARIABLE



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 :

<div> <div>Ke</div> <div>Dari</div> </div>	1	2	3	Supply
1	<div> <div>8</div> <div>70</div> </div>	<div> <div>5</div> <div>50</div> </div>	<div> <div>6</div> </div>	120
2	<div> <div>15</div> </div>	<div> <div>10</div> <div>70</div> </div>	<div> <div>12</div> <div>10</div> </div>	80
3	<div> <div>3</div> <div>80</div> </div>	<div> <div>9</div> </div>	<div> <div>10</div> </div>	80
Demand	150	70	60	280

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

Iterasi 1

Ke \ Dari	1	2	3	Supply
1	70	8	$\begin{matrix} +5 \\ -6 \end{matrix}$	120
2		15	$\begin{matrix} -10 \\ +12 \end{matrix}$	80
3	80	3	9	10
Demand	150	70	60	280

Diagram showing a closed loop for the improvement path: $X_{12} = X_{13} \rightarrow X_{23} \rightarrow X_{22} \rightarrow X_{12}$. The loop is formed by the cells (1,2), (1,3), (2,3), and (2,2). The adjustments are: +50 at (1,2), -10 at (2,3), +12 at (2,2), and -6 at (1,3). The value 70 is shown in cell (2,1) and 80 in cell (3,1).

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

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

$$= +1$$

Iterasi 2

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

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

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

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

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

Iterasi 4

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

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 :

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

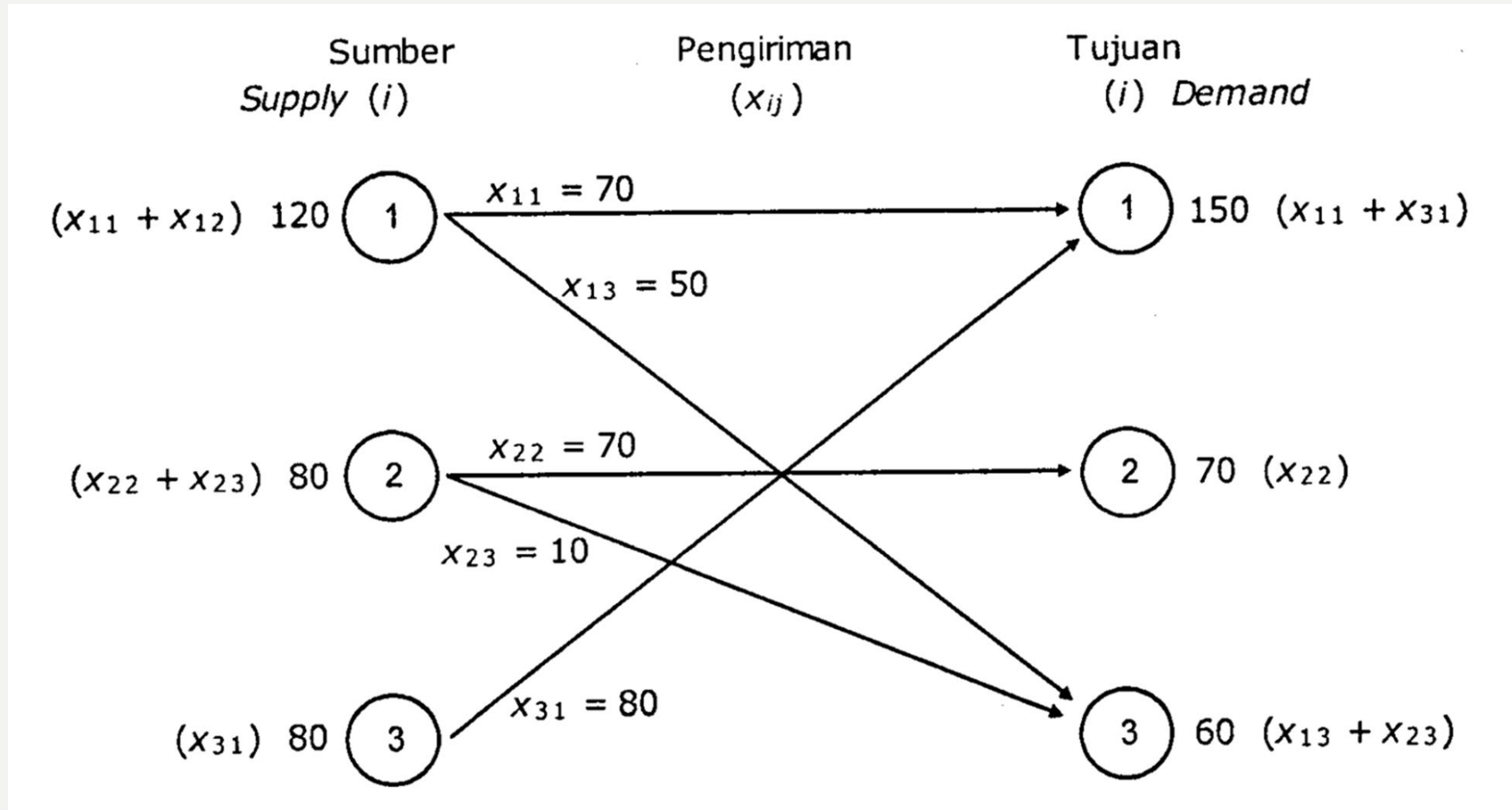
$$\Delta C_{21} = -8 + 6 - 12 + 15 = +1$$

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

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

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 :

<div>Ke</div> <div>Dari</div>	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:

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

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

$$\Delta C_{12} = -10 + 15 - 8 + 5$$

$$= +2$$

Iterasi 2:

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

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

$$\Delta C_{12} = -10 + 9 - 10 + 15$$

$$-8 + 6$$

$$= +2$$

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	

The diagram illustrates a closed loop for an improvement iteration in a transportation problem. The loop is formed by the following cells and their values:

- Cell (2,2) with value 50 (marked with a minus sign $-$ at the top-left corner).
- Cell (2,3) with value 12 (marked with a plus sign $+$ at the top-right corner).
- Cell (3,3) with value 10 (marked with a minus sign $-$ at the bottom-right corner).
- Cell (3,2) with value 9 (marked with a plus sign $+$ at the bottom-left corner).

The flow adjustments are indicated by arrows and values:

- A rightward arrow from (2,2) to (2,3) with a value of 50.
- A downward arrow from (2,3) to (3,3) with a value of 60.
- A leftward arrow from (3,3) to (3,2) with a value of 60.
- An upward arrow from (3,2) to (2,2) with a value of 20.

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

$$\Delta C_{12} = -10 + 9 - 10 + 12$$

$$= +1$$

Iterasi 4:

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

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

$$\Delta C_{12} = -15 + 10 - 9 + 3$$

$$= -11$$

- 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, pilih 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	8 120	5	6	120
2	15 30 - 20	10 50 + 20	12	80
3	3 0 + 20	9 20 - 20	10 60	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	<div>8</div> <div>120</div>	<div>5</div>	<div>6</div> <div>120</div>	
2	<div>15</div> <div>10</div>	<div>10</div> <div>70</div>	<div>12</div> <div>80</div>	
3	<div>3</div> <div>20</div>	<div>9</div>	<div>10</div> <div>60</div> <div>80</div>	
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