Analisis Sensitivitas

Terdiri dari 2 macam :

1. Analisis Sensitivitas, bila terjadi perubahan parameter secara diskrit.
2. Program Linear Parametrik, bila terjadi perubahan parameter secara kontinu.

Macam-macam perubahan pasca optimum:

1. Perubahan suku tetap, b_i
2. Perubahan koefisien ongkos, c_j
3. Perubahan koefisien teknis, a_{ij}
4. Penambahan kendala baru
5. Penambahan perubahan baru.

Akibat-akibat perubahan parameter:

(i) PO tetap, variabel basis dan nilainya tetap
(ii) Variabel basis tetap, namun nilainya berubah
(iii) Variabel basis berubah

A. Perubahan suku tetap, b_i.

Masalah PL:

Memaksimumkan $f(x_j) = \sum_{j=1}^{n} c_j x_j$

Terhadap kendala $\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j (\leq, =, \geq) b_i$, $i = 1,2,\ldots,m$.

PO masalah tersebut telah diperoleh, yaitu $f_{\max}$ pada plb $\bar{x} = (x_1, x_2, \ldots, x_m) = D^{-1}B$.

Perubahan b_i:

- Nilai variabel basis dan PO terpengaruh
- Membuat soal tetap layak, maka PO soal asli menjadikan plb soal baru juga tetap PO.

Dkl. Plb baru: $\bar{x}^* = (x_1^*, x_2^*, \ldots, x_m^*)$ harus memenuhi $\bar{x}^* = D^{-1}(\bar{b} + \Delta\bar{b}) \geq \bar{0}$

Plb soal asli: $\bar{x} = (x_1, x_2, \ldots, x_m)$ sehingga $\bar{x}^* = D^{-1}\bar{b} + D^{-1}\Delta\bar{b} = \bar{x} + D^{-1}\Delta\bar{b} \geq \bar{0}$.

$$x_i^* = x_i + \sum_{j=1}^{m} d_{ij}\Delta b_j \geq 0,\ i = 1,2,\ldots,m$$
$$= x_i + d_{i1}\Delta b_1 + d_{i2}\Delta b_2 + \ldots + d_{im}\Delta b_m \geq 0$$
$$x_1^* = x_1 + d_{11}\Delta b_1 + d_{12}\Delta b_2 + \ldots + d_{1m}\Delta b_m \geq 0$$
$$x_2^* = x_2 + d_{21}\Delta b_1 + d_{22}\Delta b_2 + \ldots + d_{2m}\Delta b_m \geq 0$$
$$\vdots$$
$$x_m^* = x_m + d_{m1}\Delta b_1 + d_{m2}\Delta b_2 + \ldots + d_{mm}\Delta b_m \geq 0$$

$$\bar{x}^* = \bar{x} + D^{-1}\Delta\bar{b}$$
$$\bar{x}^* - \bar{x} = D^{-1}\Delta\bar{b}$$
$$\Delta\bar{x} = D^{-1}\Delta\bar{b},\ \Delta\bar{x} = \bar{x}^* - \bar{x}$$

Atau

$$\Delta x_i = \sum_{j=1}^{m} d_{ij}\Delta b_j,\ i = 1,2,\ldots,m$$
$$\Delta f = \bar{c}\Delta\bar{x} = \bar{c}D^{-1}\Delta\bar{b}.$$

Jika Δb_i mengakibatkan $x_i^* = x_i + \Delta x_i < 0$, untuk suatu $i = 1,2,\ldots,m$, maka perubahan diselesaikan melalui tablo optimum soal asli sebagai berikut:

(a) b_i tablo optimum diganti dengan $b_i^* = b_i + \Delta b_i$, $i = 1,2,\ldots,m$. Syarat $b_i^* \geq 0$ berlaku.
(b) Pada keadaan $b_i^* < 0$, b_i^* dipositifkan dan kendala ditambahkan variabel artifisial.
(c) Selesaikan tabel baru tersebut dengan metode simpleks atau metode simpleks 2 tahap.

Contoh 1. Memaksimumkan $f(x_1, x_2, x_3) = 50x_1 + 45x_2 + 30x_3$

Terhadap kendala $2x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 1200$

$$x_1 + 4x_2 + 3x_3 \leq 800$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0 .$$

Setelah PO diperoleh, tambahkan $\Delta b_1 = 300$ dan $\Delta b_2 = 200$ kepada suku tetap dan selidiki pengaruhnya terhadap PO soal asli tadi.

Penyelesaian:

Dengan menambahkan variabel slack $y_1, y_2 \geq 0$, kendala menjadi

$$2x_1 + 3x_2 + x_3 + y_1 = 1200$$

$$x_1 + 4x_2 + 3x_3 + y_2 = 800$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0 ,\ y_1, y_2 \geq 0 .$$

Fungsi tujuan menjadi

Memaksimumkan $f = 50x_1 + 45x_2 + 30x_3 + 0y_1 + 0y_2$.

Sehingga masalah sudah dalam bentuk kanonik.

Tabel Simpleksnya,

	c_j	50	45	30	0	0	b_i	R_i
c_i	$x_i \backslash x_j$	x_1	x_2	x_3	y_1	y_2		
0	y_1	2	3	1	1	0	1200	600
0	y_2	1	4	3	0	1	800	800
	z_j	0	0	0	0	0	0	
	z_j-c_j	**-50**	-45	-30	0	0	0	

Tabel kedua

	c_j	50	45	30	0	0	b_i	R_i
c_i	$x_i \backslash x_j$	x_1	x_2	x_3	y_1	y_2		
50	x_1	1	3/2	1/2	1/2	0	600	1200
0	y_2	0	5/2	5/2	-1/2	1	200	80
	z_j	50	75	25	25	0	30000	
	z_j-c_j	**0**	30	-5	25	0	0	

Tabel Ketiga

	c_j	50	45	30	0	0	b_i	R_i
c_i	$x_i \backslash x_j$	x_1	x_2	x_3	y_1	y_2		
50	x_1	1	3	0	3/5	1/5	560	
30	x_3	0	1	1	-1/5	2/5	80	
	z_j	50	180	30	24	22	30400	
	z_j-c_j	**0**	135	0	24	22	30400	

Tabel sudah optimal. Plb $(x_1, x_2, x_3) = (560{,}0{,}80)$, yang memaksimumkan $f = 30400$.

Untuk PO tersebut,

$$\bar{x}^* = \begin{bmatrix} x_1^* \\ x_2^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 560 \\ 80 \end{bmatrix},\ \bar{c}^* = (50{,}30),\ \bar{D}^* = \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 3 \end{bmatrix} \text{ dengan } (\bar{D}^*)^{-1} = \begin{bmatrix} 3/5 & -1/5 \\ -1/5 & 2/5 \end{bmatrix}.$$

Penyelesaian soal terubah:

Sekarang ditambahkan $\Delta b_1 = 300$ dan $\Delta b_2 = 200$, maka diperoleh

$$\bar{x}_1^* = x_1^* + \sum_{j=1}^{2} d_{1j} \Delta b_j = x_1^* + d_{11}\Delta b_1 + d_{12}\Delta b_2 = 560 + \tfrac{3}{5}.300 + \left(-\tfrac{1}{5}\right).200 = 700 .$$

$$\bar{x}_2^* = x_2^* + \sum_{j=1}^{2} d_{2j} \Delta b_j = x_2^* + d_{21}\Delta b_1 + d_{22}\Delta b_2 = 80 + \left(-\tfrac{1}{5}\right).300 + \tfrac{2}{5}.200 = 100 .$$

Ternyata $\bar{x}_1^*$ dan $\bar{x}_2^*$ keduanya positif, maka perubah basis optimum soal asli masih menjadi perubah basis optimum soal baru. Nilai-nilai perubah basis baru akan menjadi $\bar{x}_1^* = 700$ dan $\bar{x}_2^* = 100$, berarti PO soal baru menjadi $(\bar{x}_1^*, \bar{x}_2^*, \bar{x}_3^*) = (700,0,100)$, dengan

$$\begin{aligned} f^*_{\max} &= f_{\max} + \Delta f \\ &= f_{\max} + \bar{c}^*(\bar{D}^*)^{-1}\Delta B \\ &= 30400 + (50,30)\begin{bmatrix} 3/5 & -1/5 \\ -1/5 & 2/5 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 300 \\ 200 \end{bmatrix} \\ &= 30400 + (50,30)\begin{bmatrix} 140 \\ 20 \end{bmatrix} \\ &= 38000. \end{aligned}$$

Sekarang bila $b_1 = 1180$ dan $b_2 = 120$. Selidiki pengaruhnya terhadap PO soal asli.
Penyelesaian:
Dalam soal baru ini $\Delta b_1 = -20$ dan $\Delta b_2 = -680$, maka diperoleh

$$\bar{x}_1^* = x_1^* + \sum_{j=1}^{2} d_{1j}\Delta b_j = x_1^* + d_{11}\Delta b_1 + d_{12}\Delta b_2 = 560 + \tfrac{3}{5}.(-20) + \left(-\tfrac{1}{5}\right)(-680) = 124.$$

$$\bar{x}_2^* = x_2^* + \sum_{j=1}^{2} d_{2j}\Delta b_j = x_2^* + d_{21}\Delta b_1 + d_{22}\Delta b_2 = 80 + \left(-\tfrac{1}{5}\right)(-20) + \tfrac{2}{5}.(-680) = -268.$$

Ternyata $\bar{x}_2^* < 0$, maka perubah basis optimum soal asli tidak menjadi basis optimum soal baru. Untuk menyelesaikan soal baru b_1 dan b_2 diganti dengan 124 dan -268, kemudian baris kedua dikalikan -1 dan dengan menyisipkan variabel artifisial $q_1 \geq 0$ pada kendala kedua tadi disusun tablo simpleks baru.

Tabel Simpleks Tahap I

	c_j	0	0	0	0	0	1	b_i	R_i
c_i	$x_i \backslash x_j$	x_1	x_2	x_3	y_1	y_2	q_1		
0	x_1	1	3	0	3/5	1/5	0	124	124/3
1	q_1	0	-1	-1	1/5	-2/5	1	268	
	z_j	0	-1	-1	1/5	-2/5	1	268	
	z_j-c_j	**0**	-1	-1	1/5	-2/5	0	268	

Tabel Kedua

	c_j	0	0	0	0	0	1	b_i	R_i
c_i	$x_i \backslash x_j$	x_1	x_2	x_3	y_1	y_2	q_1		
0	x_2	1/3	1	0	5	1/15	0	124/3	124/3
1	q_1	1/3	0	-1	26/5	-1/3	1	1072/3	
	z_j	1/3	0	-1	26/5	-1/3	1	1072/3	
	z_j-c_j	**1/3**	0	-1	26/5	-1/3	0	1072/3	

Tabel tidak dapat diteruskan. Soal menjadi tidak layak.

B. Perubahan Pada Koefisien Teknis a_{ij}

Akan diselidiki pengaruh perubahan a_{ij} menjadi $a_{ij} + \Delta a_{ij}$ terhadap PO soal asli.

1. Jika perubahan dilakukan pada semua a_{ij} pada kolom bukan basis dalam PO soal asli.

Pengaruh perubahan ini dapat dilihat pada nilai $z_j^* - c_j^*$. Misalkan $a_{ik} + \Delta a_{ik}$, $i = 1,2,\ldots,m$, dengan x_k bukan variabel basis pada PO. Dihitung $z_k^* - c_k^*$ yang baru:

(i) Jika $z_k^* - c_k^* > 0$, maka PO lama menjadi PO baru dengan $z_k^* - c_k^* = \bar{c}^*(\bar{D}^*)^{-1}\bar{A}_k^* - c_k$.

(ii) Jika $z_k^* - c_k^* < 0$, maka terhadap tabel optimum dilakukan operasi sebagai berikut. Dengan mengganti $\overline{A}_k$ dengan $\overline{A}_k^*$

1) Gantikan $\overline{y}_k$ dengan $\overline{y}_k^* = (\overline{D}^*)^{-1}\overline{A}_k^*$

2) Gantikan $z_k - c_k$ dengan $z_k^* - c_k^* = \overline{c}^*(\overline{D}^*)^{-1}\overline{A}_k^* - c_k$

Proses dilanjutkan sampai diperoleh PO yang baru.

2. Jika perubahan terjadi pada x_k variabel basis pada PO.

Pada kasus kedua ini, jika perubahan terjadi pada a_{ij_0} menjadi $a_{ij_0} + \Delta a_{ij_0}$, maka

1) Tambahkan variabel baru x_{n+1} pada masalah optimum dengan koefisien teknis $a_{i(n+1)} = a_{ij_0} + \Delta a_{ij_0}$ dan koefisien ongkos $c_{n+1} = c_{j_0}$ (milik x_{j_0} dengan $x_{j_0} = x_j$).
2) Koefisien $y_{i(n+1)}$ ditransformasikan ke $y^*_{i(n+1)}$ dengan rumus $y_{i(n+1)} = D^{-1}A_{n+1}$, $i = 1,2,\ldots,m$.
3) Agar x_{j_0} tidak lagi berada pada basis optimum, maka gantikan koefisien ongkos c_{j_0} (milik x_{j_0}) dengan bilangan positif besar M (tetapi koefisien x_{n+1} tetap c_{j_0}).
4) Hitung koefisien kontrol terubah $z_j^* - c_j^* = (z_j - c_j) - \Delta c_j + \sum_{k=1}^{m} \Delta c_k \left(\sum_{i=1}^{m} y_{ij}\beta_{ki} \right)$, $j = m+1,\ldots,n,n+1$ dengan $\Delta c_k = 0$, $k = 1,2,\ldots, j_0 - 1, j_0 + 1,\ldots,n$ dan $\Delta c_{j_0} = M - c_{j_0}$.
5) Lanjutkan algoritma simpleks untuk memperoleh po yang baru.

Contoh 2. Dari Contoh 1 diadakan perubahan terhadap soal aslinya dengan mengganti $A_2 = \begin{bmatrix} 3 \\ 4 \end{bmatrix}$ menjadi $A_2^* = \begin{bmatrix} 5 \\ 1 \end{bmatrix}$. Tentukan pengaruhnya terhadap po soal asli.

Penyelesaian:

Ternyata x_2 bukan basis dalam po soal asli, maka perubahan pada A_2 merupakan kejadian pertama, sehingga diperoleh

$$
\begin{aligned}
z_2^* - c_2^* &= \overline{C}D^{-1}A_2^* - c_2 \\
&= \begin{pmatrix} 50 & 30 \end{pmatrix} \begin{bmatrix} 3/5 & -1/5 \\ -1/5 & 2/5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5 \\ 1 \end{bmatrix} - 45 \\
&= \begin{pmatrix} 50 & 30 \end{pmatrix} \begin{bmatrix} 14/5 \\ -3/5 \end{bmatrix} - 45 \\
&= 140 - 18 - 45 \\
&= 77.
\end{aligned}
$$

Karena $z_2^* - c_2^* = 77 > 0$, maka po lama menjadi po soal baru.

Contoh 3. Dari Contoh 1 $A_2 = \begin{bmatrix} 3 \\ 4 \end{bmatrix}$ diubah menjadi $A_2^* = \begin{bmatrix} 1 \\ 7 \end{bmatrix}$. Tentukan pengaruhnya terhadap po soal asli.

Penyelesaian:

Dihitung koefisien kontrol baru, sehingga diperoleh

$$
\begin{aligned}
z_2^* - c_2^* &= \overline{C}D^{-1}A_2^* - c_2 \\
&= \begin{pmatrix} 50 & 30 \end{pmatrix} \begin{bmatrix} 3/5 & -1/5 \\ -1/5 & 2/5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 7 \end{bmatrix} - 45 \\
&= \begin{pmatrix} 50 & 30 \end{pmatrix} \begin{bmatrix} -4/5 \\ 13/5 \end{bmatrix} - 45 \\
&= -40 + 78 - 45 \\
&= -7.
\end{aligned}
$$

Karena $z_2^* - c_2^* = -7 < 0$, maka x_2 dapat masuk menjadi basis.

$$D^{-1}A_2^* = \begin{bmatrix} 3/5 & -1/5 \\ -1/5 & 2/5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -4/5 \\ 13/5 \end{bmatrix}.$$

Dengan mengganti Y_2 dengan $D^{-1}A_2^*$ dan $z_2 - c_2$ dengan $z^* - c^*$ tabel optimum soal asli berubah menjadi tabel berikut:

	c_j	50	45	30	0	0	b_i	R_i
c_i	$x_i \backslash x_j$	x_1	x_2	x_3	y_1	y_2		
50	x_1	1	-4/5	0	3/5	1/5	560	
30	x_3	0	13/5	1	-1/5	2/5	80	400/13
	z_j	50	38	30	24	22	30400	
	z_j-c_j	**0**	-7	0	24	22		

	c_j	50	45	30	0	0	b_i	R_i
c_i	$x_i \backslash x_j$	x_1	x_2	x_3	y_1	y_2		
50	x_1	1	0	4/13	7/13	21/65	7600/13	
45	x_2	0	1	5/13	-1/13	2/13	400/13	
	z_j	50	45	425/13	305/13	300/13	59000/13	
	z_j-c_j	**0**	0	35/13	305/13	300/13		

Tabel sudah optimum.

C. Perubahan Pada Koefisien Ongkos, c_j

Misalkan c_j diubah menjadi $c_j^* = c_j + \Delta c_j$, atau C diubah menjadi $C^* = C + \Delta C$ dan $\overline{C}^* = \overline{C} + \Delta\overline{C}$ adalah vektor ongkos baru untuk variabel basis tabel optimum soal asli.

Dalam tabel optimum soal asli, koefisien kontrol $z_j - c_j = \overline{C}Y_j - c_j$. Sesudah diubah akan menjadi

$$\begin{aligned} z_j^* - c_j^* &= \overline{C}^* Y_j - c_j^* \\ &= (\overline{C} + \Delta\overline{C})Y_j - c_j - \Delta c_j \\ &= \overline{C}Y_j + \Delta\overline{C}Y_j - c_j - \Delta c_j \end{aligned}$$

$$z_j^* - c_j^* = z_j - c_j + \Delta\overline{C}Y_j - \Delta c_j \qquad (1)$$

PO soal asli akan tetap menjadi PO soal terubah bila dipenuhi $z_j^* - c_j^* \geq 0$ atau $z_j - c_j + \Delta\overline{C}Y_j - \Delta c_j \geq 0$ untuk x_j bukan basis. (2)

Khususnya, bila perubahan hanya terjadi pada c_j dengan x_j bukan basis dalam tabel optimum, maka $\Delta\overline{C} = \overline{0}$ dan $z_j - c_j - \Delta c_j \geq 0$ untuk x_j bukan basis.

Jika (2) dipenuhi maka variabel basis yang menyusun po tidak berubah demikian pula nilainya. Yang berubah adalah nilai program, yang semula $f = \overline{C}\overline{X}$ menjadi $f^* = \overline{C}^*\overline{X} = (\overline{C} + \Delta\overline{C})\overline{X}$, jadi ada tambahan $\Delta f = \Delta\overline{C}\overline{X}$.

Bila (2) tidak dipenuhi oleh beberapa variabel bukan basis, maka proses simpleks dilanjutkan dengan mengangkat tabel optimum soal asli yang sudah terubah sebagai tabel awal dan variabel-variabel yang tidak memenuhi (2) sebagai calon basis baru sampai po baru tercapai.

Contoh 4. Dari Contoh 1 bila $c_2 = 45$ diubah menjadi $c_2^* = 65$. Bagaimana pengaruh perubahan tersebut terhadap po soal asli.

Penyelesaian:

x_2 pada tabel optimum bukan variabel basis. $z_2 - c_2 - \Delta c_2 = 135 - 20 = 115 \geq 0$. Berarti po soal asli masih menjadi po soal terubah. Karena c_1 dan c_3 tidak berubah, maka $\Delta\overline{C} = \overline{0}$ berarti $f_{\max}^* = f_{\max}$. Jadi nilai po juga tidak berubah.

Contoh 5. Dari Contoh 1 bila $c_2 = 45$ diubah menjadi $c_2^* = -25$. Bagaimana pengaruh perubahan tersebut terhadap po soal asli.
Penyelesaian:
x_2 pada tabel optimum bukan variabel basis. $z_2 - c_2 - \Delta c_2 = 135 - (-70) = 205 \geq 0$. Berarti po soal asli masih menjadi po soal terubah. Karena c_1 dan c_3 tidak berubah, maka $\Delta\overline{C} = \overline{0}$ berarti $f_{\max}^* = f_{\max}$. Jadi nilai po juga tidak berubah.

Contoh 6. Dari Contoh 1 bila $c_1 = 50$ diubah menjadi $c_1^* = 70$ dan $c_2 = 45$ diubah menjadi $c_2^* = 75$. Bagaimana pengaruh perubahan tersebut terhadap po soal asli.
Penyelesaian:
$\Delta c_1 = 20$ (x_1 pada tabel optimum variabel basis)
$\Delta c_2 = 30$ (x_2 pada tabel optimum bukan variabel basis)
$\Delta c_3 = 0$ (x_1 pada tabel optimum variabel basis)
Pada tabel optimum terjadi perubahan $\Delta\overline{C} = \begin{pmatrix}\Delta c_1 & \Delta c_3\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}20 & 0\end{pmatrix}$.
Dihitung $z_j^* - c_j^*$ untuk x_j bukan basis. Dalam hal ini adalah x_2.

$$z_2^* - c_2^* = z_2 - c_2 + \Delta\overline{C}Y_2 - \Delta c_2 = 135 + \begin{pmatrix}20 & 0\end{pmatrix}\begin{pmatrix}3\\1\end{pmatrix} - 30 = 135 + 60 - 30 = 165 \geq 0.$$

Dengan cara sama diperoleh $z_4^* - c_4^* = 36 \geq 0$ untuk variabel y_1 dan $z_5^* - c_5^* = 26 \geq 0$ untuk variabel y_2. Berarti po soal asli masih menjadi po soal terubah. Karena c_1 berubah dan c_3 tidak berubah, maka $\Delta f = \Delta\overline{C}\overline{X} = \begin{pmatrix}20 & 0\end{pmatrix}\begin{pmatrix}560\\80\end{pmatrix} = 11200$. Dan nilai $f_{\max}^* = f_{\max} + \Delta f = 30400 + 11200 = 41600$.

Contoh 7. Dari Contoh 1 $c_3 = 30$ diubah menjadi $c_3^* = -115$. Bagaimana pengaruh perubahan tersebut terhadap po soal asli.
Penyelesaian:
$\Delta c_3 = -145$ jadi $\Delta\overline{C} = \begin{pmatrix}\Delta c_1 & \Delta c_3\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}0 & -145\end{pmatrix}$.
Dihitung $z_j^* - c_j^*$ untuk x_j bukan basis. Dalam hal ini adalah x_2.

$$z_2^* - c_2^* = z_2 - c_2 + \Delta\overline{C}Y_2 - \Delta c_2 = 135 + \begin{pmatrix}0 & -145\end{pmatrix}\begin{pmatrix}3\\1\end{pmatrix} - 0 = 135 - 145 - 0 = -10 < 0.$$

Dengan cara sama diperoleh $z_4^* - c_4^* = 53 \geq 0$ untuk variabel y_1 dan $z_5^* - c_5^* = -36 < 0$ untuk variabel y_2.

$$\Delta f = \Delta\overline{C}\overline{X} = \begin{pmatrix}0 & 145\end{pmatrix}\begin{pmatrix}560\\80\end{pmatrix} = 11600.$$ Dan nilai $f_{\max}^* = f_{\max} + \Delta f = 30400 + 11600 = 42000$.

Karena $z_2^* - c_2^* = -10 < 0$ dan $z_5^* - c_5^* = -36 < 0$, maka tabel optimum soal asli belum optimum bagi soal terubah, sehingga perhitungan simpleks dilanjutkan, dengan memasukkan y_2 sebagai calon variabel basis baru.

	c_j	50	45	-115	0	0	b_i	R_i
c_i	x_i \ x_j	x_1	x_2	x_3	y_1	y_2		
50	x_1	1	3	0	3/5	1/5	560	
-115	x_3	0	1	1	-1/5	2/5	80	400/13
	z_j	50	35	-115	29	-220	5554	
	z_j-c_j	**0**	-10	0	29	-220		

Berarti po soal asli masih menjadi po soal terubah. Karena c_1 berubah dan c_3 tidak berubah, maka $\Delta f = \Delta\overline{C}\overline{X} = \begin{pmatrix}20 & 0\end{pmatrix}\begin{pmatrix}560\\80\end{pmatrix} = 11200$. Dan nilai $f_{\max}^* = f_{\max} + \Delta f = 30400 + 11200 = 41600$.