

BAB 4

PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Komoditas tanaman pangan, luas lahan, masa panen, jumlah tenaga kerja, dan jumlah pupuk adalah sumber data yang digunakan dalam penelitian ini.. Pengumpulan data pada optimisasi pola tanam pada tanaman pangan yang memiliki tujuan yaitu, memaksimumkan pola tanam pada komoditas tanaman pangan dan meminimumkan pupuk yang digunakan dan jumlah tenaga kerja. Dalam hal ini data yang diperlukan sebagai berikut:

- a. Data pada komoditas tanaman pangan (padi, kacang tanah, kacang hijau, dan ubi jalar) di wilayah Kabupaten Deli Serdang pada tahun 2021
- b. Data luas lahan, pupuk organik, pupuk urea pada tanaman pangan di wilayah Kabupaten Deli Serdang pada tahun 2021

Data luas lahan pada komoditas tanaman pangan pada tahun 2021 pada tabel 4.1

Tabel 4.1 : Luas Lahan Komoditas Tanaman Pangan di
Kab. Deli Serdang 2021 per Ha

No	Kecamatan	Jenis Tanaman Pangan			
		Padi	Kacang Tanah	Ubi Jalar	Kacang Hijau
1	Gunung Meriah	1158,2	0	0	0
2	Sinembah Tanjung Muda Hulu	1095,7	0	0	0
3	Sibolangit	520,9	0	0	0
4	Kutalimbaru	1076,4	0	0	0
5	Pancur Batu	595,9	0	0	0
6	Namo Rambe	1624,3	0	0	0
7	Biru-Biru	1463,8	0	0	0
8	Sinembah Tanjung Muda Hilir	979,4	0	0	0
9	Bangun Purba	139,4	0	0	0
10	Galang	1794,4	0	0	0
11	Tanjung Morawa	5565,7	0	0	0
12	Patumbak	450,8	1,9	0	0
13	Deli tua	26,9	0	0	0
14	Sunggal	4173,1	0	38,4	0
15	Hamparan Perak	11792,7	0	0	0
16	Labuhan Deli	7131,4	0	6,7	19,2
17	Percut Sei Tuan	9356,3	0	0	21,1
18	Batang Kuis	2032	0	0	0
19	Pantai Labu	8216,4	0	0	0

No	Kecamatan	Jenis Tanaman Pangan			
		Padi	Kacang Tanah	Ubi Jalar	Kacang Hijau
20	Beringin	5343,7	1,9	0	23,1
21	Lubuk Pakam	3162	0	0	0
22	Pagar Merbau	4636,3	0	0	76,9
Jumlah		72336	3,8	45,2	140,3
Total Luas Lahan		72.525			

(Sumber: Dinas Pertanian Kab. Deli Serdang, 2021)

Tabel 4.1 merupakan tabel luas lahan tanaman pangan yaitu padi, kacang tanah, kacang hijau, ubi jalar di wilayah Kabupaten Deli Serdang dengan 22 Kecamatan dengan luas lahan sebesar 72.525 Ha.

Data komoditas tanaman pangan (padi, kacang tanah, kacang hijau, ubi jalar) tahun 2021 pada tabel 4.2

Tabel 4.2 : Data Komoditas Tanaman Pangan

No	Keterangan	Jenis Tanaman Pangan			
		Padi	Kacang Tanah	Ubi Jalar	Kacang Hijau
1	Masa Panen (hari)	100	100	100	100
2	Tenaga Kerja (orang)	175.000	175.000	175.000	175.000
3	Pupuk Organik (kg/Ha)	300.000	113.000	113.000	113.000
4	Pupuk Urea (kg/Ha)	8.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000

(Sumber: Dinas Pertanian Kab. Deli Serdang, 2021)

Pada tabel 4.2 merupakan data komoditas tanaman pangan yaitu padi, kacang tanah, kacang hijau, ubi jalar. Dimana, masa panen yang sama yaitu 100 hari, tenaga kerja 175.000 per luas lahan 72.525 Ha di Kabupaten Deli Serdang, pupuk organik per luas lahan 72.525 Ha dan pupuk urea per luas lahan 72.525 Ha.

4.2 Pengolahan Data

Data akan diolah dengan menggunakan *multi objective goal programming* untuk optimasi pola tanam pada tanaman pangan. Kemudian untuk memformulasikan kedalam model *multi objective goal programming*.

1. Variabel Keputusan

Variabel keputusan untuk optimisasi pola tanam pada tanaman pangan yaitu:

$$X_1 = \text{Padi}$$

$$X_2 = \text{Kacang Tanah}$$

$$X_3 = \text{Ubi Jalar}$$

$$X_4 = \text{Kacang Hijau}$$

2. Kendala Tujuan

Kendala tujuan pada tanaman pangan dalam model *multi objective goal programming* dapat dirumuskan sebagai berikut:

a. Kendala tujuan luas lahan

$$X_1 \leq 72525$$

$$X_2 \leq 72525$$

$$X_3 \leq 72525$$

$$X_4 \leq 72525$$

Bentuk dalam *multi objective goal programming*

$$X_1 + d_1^- - d_1^+ = 72525$$

$$X_2 + d_2^- - d_2^+ = 72525$$

$$X_3 + d_3^- - d_3^+ = 72525$$

$$X_4 + d_4^- - d_4^+ = 72525$$

b. Kendala tujuan masa panen

$$X_1 \geq 100$$

$$X_2 \geq 100$$

$$X_3 \geq 100$$

$$X_4 \geq 100$$

Bentuk *multi objective goal programming* adalah:

$$X_1 + d_1^- - d_1^+ = 100$$

$$X_2 + d_2^- - d_2^+ = 100$$

$$X_3 + d_3^- - d_3^+ = 100$$

$$X_4 + d_4^- - d_4^+ = 100$$

c. Kendala tujuan tenaga kerja

$$X_1 \geq 175000$$

$$X_2 \geq 175000$$

$$X_3 \geq 175000$$

$$X_4 \geq 175000$$

Bentuk *multi objective goal programming* adalah:

$$X_1 + d_1^- - d_1^+ = 175000$$

$$X_2 + d_2^- - d_2^+ = 175000$$

$$X_3 + d_3^- - d_3^+ = 175000$$

$$X_4 + d_4^- - d_4^+ = 175000$$

d. Kendala tujuan pupuk organik

$$X_1 \leq 300000$$

$$X_2 \leq 113000$$

$$X_3 \leq 113000$$

$$X_4 \leq 113000$$

Bentuk *multi objective goal programming* adalah:

$$X_1 + d_1^- - d_1^+ = 300000$$

$$X_2 + d_2^- - d_2^+ = 113000$$

$$X_3 + d_3^- - d_3^+ = 113000$$

$$X_4 + d_4^- - d_4^+ = 113000$$

e. Kendala tujuan pupuk urea

$$X_1 \leq 8000000$$

$$X_2 \leq 2000000$$

$$X_3 \leq 2000000$$

$$X_4 \leq 2000000$$

Bentuk dalam *multi objective goal programming*

$$X_1 + d_1^- - d_1^+ = 8000000$$

$$X_2 + d_2^- - d_2^+ = 2000000$$

$$X_3 + d_3^- - d_3^+ = 2000000$$

$$X_4 + d_4^- - d_4^+ = 2000000$$

Kendala tujuan pada formulasi model *multi objective goal programming* pada luas lahan, masa panen, tenaga kerja, pupuk organik, pupuk urea.

Luas lahan:

$$72525X_1 + 72525X_2 + 72525X_3 + 72525X_4 + d_1^- - d_1^+ = 72525$$

Masa panen:

$$100X_1 + 100X_2 + 100X_3 + 100X_4 + d_2^- - d_2^+ = 100$$

Tenaga kerja:

$$175000X_1 + 175000X_2 + 175000X_3 + 175000X_4 + d_3^- - d_3^+ = 1000000$$

Pupuk organik:

$$300000X_1 + 113000X_2 + 113000X_3 + 113000X_4 + d_4^- - d_4^+ = 639000$$

Pupuk urea:

$$8000000X_1 + 2000000X_2 + 2000000X_3 + 2000000X_4 + d_5^- - d_5^+ = 14000000$$

Keterangan:

d_1^- = deviasi negatif luas lahan

d_1^+ = deviasi positif luas lahan

d_2^- = deviasi negatif masa panen

d_2^+ = deviasi positif masa panen

d_3^- = deviasi negatif tenaga kerja

d_3^+ = deviasi positif tenaga kerja

d_4^- = deviasi negatif pupuk organik

d_4^+ = deviasi positif pupuk organik

d_5^- = deviasi negatif pupuk urea

d_5^+ = deviasi positif pupuk urea

P_1 = prioritas luas lahan

P_2 = prioritas masa panen

P_3 = prioritas tenaga kerja

P_4 = prioritas pupuk organik

P_5 = prioritas pupuk urea

4.3 Fungsi Tujuan

Minimumkan:

$$Z = P_1(d_1^+ + d_1^-) + P_2(d_2^-) + P_3(d_3^-) + P_4(d_4^+ + d_4^-) + P_5(d_5^+ + d_5^-)$$

Pembatas :

$$72525X_1 + 72525X_2 + 72525X_3 + 72525X_4 - (d_1^+ - d_1^-) = 72525$$

$$100X_1 + 100X_2 + 100X_3 + 100X_4 - (d_2^+ - d_2^-) = 100$$

$$175000X_1 + 175000X_2 + 175000X_3 + 175000X_4 - (d_3^+ - d_3^-) = 1000000$$

$$300000X_1 + 113000X_2 + 113000X_3 + 113000X_4 - (d_4^+ - d_4^-) = 639000$$

$$8000000X_1 + 2000000X_2 + 2000000X_3 + 2000000X_4 - (d_5^+ - d_5^-) = 14000000$$

$$X_1, X_2, X_3, X_4, d_1^+, d_1^-, d_2^+, d_2^-, d_3^+, d_3^-, d_4^+, d_4^-, d_5^+, d_5^- \geq 0$$

4.4 Penetapan Target atau Tujuan Prioritasnya

Untuk masalah ini, urutan prioritas adalah sebagai berikut:

1. Prioritas I (Luas lahan)

Fungsi kendalanya:

$$X_i \leq B_i \text{ dengan:}$$

Keterangan:

X_i = luas lahan

B_i = jumlah luas lahan keseluruhan

$$i = 1, 2, 3, 4$$

2. Prioritas II (Masa panen)

Masa panen tidak melebihi 3,5 bulan. Fungsi Kendalanya:

$$X_i \leq C_i \text{ dengan:}$$

Keterangan:

X_i = Masa panen

C_i = jumlah masa panen

$$i = 1, 2, 3, 4$$

3. Prioritas III (Tenaga Kerja)

Tenaga kerja tidak melebihi 1.000.000 orang. Fungsi kendalanya:

$$X_i \leq D_i \text{ dengan:}$$

Keterangan:

X_i = Tenaga kerja

D_i = jumlah tenaga kerja

$$i = 1, 2, 3, 4$$

4. Prioritas IV (Pupuk Organik)

$$X_i \leq E_i \text{ dengan:}$$

Keterangan:

X_i = Tenaga kerja

E_i = jumlah tenaga kerja

$$i = 1, 2, 3, 4$$

5. Prioritas V (Pupuk Urea)

$$X_i \leq F_i \text{ dengan:}$$

Keterangan:

X_i = Tenaga kerja

F_i = jumlah tenaga kerja

$$i = 1, 2, 3, 4$$



4.5 Penyelesaian Model

Permasalahan pola tanam pada tanaman pangan yang telah dirumuskan ke dalam multi objective goal programming selanjutnya diselesaikan menggunakan metode simplek.

Formulasi penyelesaian model :

Fungsi tujuan:

Minimasi :

$$Z = P_1(d_1^+ + d_1^-) + P_2(d_2^-) + P_3(d_3^-) + P_4(d_4^+ + d_4^-) + P_5(d_5^+ + d_5^-)$$

Pembatas :

$$72525X_1 + 72525X_2 + 72525X_3 + 72525X_4 - (d_1^+ - d_1^-) = 72525$$

$$100X_1 + 100X_2 + 100X_3 + 100X_4 - (d_2^+ - d_2^-) = 100$$

$$175000X_1 + 175000X_2 + 175000X_3 + 175000X_4 - (d_3^+ - d_3^-) = 1000000$$

$$300000X_1 + 113000X_2 + 113000X_3 + 113000X_4 - (d_4^+ - d_4^-) = 639000$$

$$8000000X_1 + 2000000X_2 + 2000000X_3 + 2000000X_4 - (d_5^+ - d_5^-) = 14000000$$

$$X_1, X_2, X_3, X_4, d_1^+, d_1^-, d_2^+, d_2^-, d_3^+, d_3^-, d_4^+, d_4^-, d_5^+, d_5^- \geq 0$$

Langkah 1

	C_j	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Cbi	Vb	X_1	X_2	X_3	X_4	d_1^+	d_1^-	d_2^+	d_2^-	d_3^+	d_3^-	d_4^+	d_4^-	d_5^+	d_5^-	RHS	Ratio
1	d_1^-	72525	72525	72525	72525	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	72525	1
1	d_2^-	100	100	100	100	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	100	1
1	d_3^-	175000	175000	175000	175000	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	1000000	5,714286
1	d_4^-	300000	113000	113000	113000	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	639000	2,13
1	d_5^-	8000000	2000000	2000000	2000000	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	14000000	1,75
	Z_j	8547625	2360625	2360625	2360625	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	15711625	
	$C_j - Z_j$	-8547625	-2360625	-2360625	-2360625	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	Belum Optimal	

Iterasi 1

	C_j	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Cbi	Vb	X_1	X_2	X_3	X_4	d_1^+	d_1^-	d_2^+	d_2^-	d_3^+	d_3^-	d_4^+	d_4^-	d_5^+	d_5^-	RHS	Ratio
0	X_1	1	1	1	1	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-72525
1	d_2^-	0	0	0	0	0	-0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	d_3^-	0	0	0	0	2,41	-2,41	0	0	-1	1	0	0	0	0	825000	341903,6
1	d_4^-	0	-187000	-187000	-187000	4,14	-4,1	0	0	0	0	-1	1	0	0	339000	81953,25
1	d_5^-	0	-6000000	-6000000	-6000000	110	-110	0	0	0	0	0	0	-1	1	6000000	54393,75
	Z_j	0	-6187000	-6187000	-6187000	117	-117	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	7164000	
	$C_j - Z_j$	0	6187000	6187000	6187000	-116	118	2	0	2	0	2	0	2	0	Belum Optimal	

Iterasi 2

	C_j	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Cbi	Vb	X_1	X_2	X_3	X_4	d_1^+	d_1^-	d_2^+	d_2^-	d_3^+	d_3^-	d_4^+	d_4^-	d_5^+	d_5^-	RHS	Ratio
1	d_1^+	0	0	0	0	1	-1	0	0	-0	0,4	0	0	0	0	341903,6	#DIV/0!
0	X_1	1	1	1	1	0	0	0	0	-0	0	0	0	0	0	5,714286	5,714286
1	d_2^-	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	-0	0	0	0	0	-471,4286	#DIV/0!
1	d_4^-	0	-187000	-187000	-187000	0	0	0	0	1,7	-1,7	-1	1	0	0	-1075286	5,750191
1	d_5^-	0	-6000000	-6000000	-6000000	0	0	0	0	46	-46	0	0	-1	1	-31714286	5,285714
	Z_j	0	-6187000	-6187000	-6187000	1	-1	-1	1	47	-47	-1	1	-1	1	-32448139	
	$C_j - Z_j$	0	6187000	6187000	6187000	0	2	2	0	48	48	2	0	2	0	Belum Optimal	

Iterasi 3

	C_j	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Cbi	Vb	X_1	X_2	X_3	X_4	d_1^+	d_1^-	d_2^+	d_2^-	d_3^+	d_3^-	d_4^+	d_4^-	d_5^+	d_5^-	RHS	Ratio
0	X_4	0	1	1	1	0	0	0	0	-0	0	0	-0	0	0	5,750191	1075286
1	d_1^-	0	0	0	0	1	-1	0	0	-0	0,4	0	0	0	0	341903,6	#DIV/0!
0	X_1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0	-0	0	0	0	-0,035905	6714,286
1	d_2^-	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	-0	0	0	0	0	-471,4286	#DIV/0!
1	d_5^-	0	0	0	0	0	0	0	0	-9	9,3	32,1	-32	-1	1	2786860	86857,14
	Z_j	0	0	0	0	1	-1	-1	1	-10	9,7	32,1	-32	-1	1	3128292	
	$C_j - Z_j$	0	0	0	0	0	2	2	0	11	-8,7	-31	33,1	2	0	Belum Optimal	

Iterasi 4

	C_j	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Cbi	Vb	X_1	X_2	X_3	X_4	d_1^+	d_1^-	d_2^+	d_2^-	d_3^+	d_3^-	d_4^+	d_4^-	d_5^+	d_5^-	RHS
1	d_4^+	0	0	0	0	0	0	0	0	-0	0,3	1	-1	-0	0	86857,14
0	X_4	0	1	1	1	0	0	0	0	-0	0	0	0	0	-0	5,285714
1	d_1^+	0	0	0	0	1	-1	0	0	-0	0,4	0	0	0	0	341903,6
0	X_1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0	0	0	-0	0	0,428571
1	d_2^-	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	-0	0	0	0	0	471,4286
	Z_j	0	0	0	0	1	-1	-1	1	-1	0,7	1	-1	-0	0	428289,3
	$C_j - Z_j$	0	0	0	0	0	2	2	0	1,7	0,3	0	2	1	1	Sudah Optimal

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN

Pada langkah 1 dan 2, dimana VB dicari melalui nilai dari identitas yaitu (1,0 atau 0,1) dan C_{bi} dapat diperoleh dari C_j pada nilai C_{bi} disesuaikan pada VB. Kemudian untuk nilai Z_j dapat diperoleh dari $(C_{bi} \times X_1) + \dots (C_{bi} \times d_i^-)$, Z_j dikatakan optimal apabila nilainya 0 atau positif semua.

Apabila Z_j masih ada nilai negatif, maka Z_j belum optimal selanjutnya mencari $C_j - Z_j$, jika nilai $C_j - Z_j$ sudah dapat, kemudian menentukan angka kunci yang dimana diambil nilai yang paling negatif. Kemudian mencari baris kunci yang diperoleh dari ratio, ratio diperoleh dari $\frac{RHS}{Angka\ Kunci}$ setelah diperoleh nilai rasionya maka diambil nilai yang terkecil dan apabila nilai terkecil ada beberapa maka pilih salah satu. Selanjutnya melakukan iterasi 1

Cara untuk mencari nilai pada iterasi 1 dengan rumusan (nilai baru = nilai lama - (angka kunci $\times$ nilai baru))

Apabila iterasi belum optimal, maka dapat melakukan proses yang sama pada tabel iterasi berikutnya. Apabila tabel iterasi sudah optimal maka tidak ada proses perhitungan pada tabel berikutnya.

Dikatakan tabel tersebut optimal, apabila nilai $C_j - Z_j$ tidak ada lagi nilai negatif, nilainya harus bernilai nol atau positif.

Hasil Perhitungan:

Pada langkah keempat iterasi pertama

$$X_1 = 0,428571$$

$$X_4 = 5,285714$$

$$d_1^+ = 341903,6$$

$$d_1^- = 0$$

$$d_2^+ = 0$$

$$d_2^- = -471,4286$$

$$d_4^+ = 86857,14$$

$$d_4^- = 0$$

$$d_5^+ = 0$$

$$d_5^- = 0$$

$$d_3^+ = 0$$

$$d_3^- = 0$$

Variabel Keputusan		Z
$X_1 = 0,428571$		428289,3114
$X_4 = 5,285714$		
Variabel Deviasional	Sasaran	Keterangan
d_1^+	341903,6	Tercapai
d_1^-	0	
d_2^-	-471,4286	Tidak tercapai
d_3^-	0	tercapai
d_4^+	86857,14	Tercapai
d_4^-	0	
d_5^+	0	Tercapai
d_5^-	0	

Sasaran 1 $d_1^+ = 341903,6$ sasaran tercapai karena tidak ada penyimpangan diatas nilai sasaran yaitu ≤ 72525

Sasaran 2 $d_4^+ = 86857,14$ sasaran tercapai karena tidak ada penyimpangan diatas nilai sasaran yaitu ≤ 639000

Sasaran 3 $d_5^+ = 0$ sasaran tercapai karena tidak ada penyimpangan diatas nilai sasaran yaitu ≤ 14000000

Sasaran 4 $d_2^- = -471,4286$ sasaran tidak tercapai karena tidak ada penyimpangan dibawah nilai sasaran yaitu ≥ 100

Sasaran 3 $d_3^- = 0$ sasaran tercapai karena tidak ada penyimpangan diatas nilai sasaran yaitu ≥ 1000000

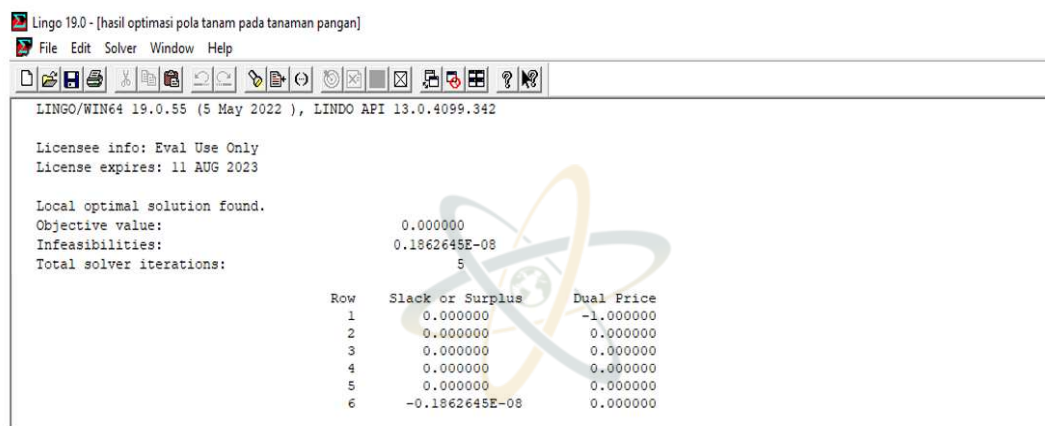
Berdasarkan dari nilai variabel deviasi, maka nilai deviasi positif (atas) untuk kendala sasaran pertama, keempat, dan kelima tercapai. Hal ini tujuan (*goal*) tercapai. Sedangkan pada nilai deviasi negatif (bawah) untuk kendala sasaran kedua tidak tercapai. Sasaran ketiga adalah nol tercapai, maka tujuan (*goal*) tercapai.

Nilai variabel keputusan untuk padi = 0,428571, kacang tanah = 0, kacang hijau = 5,285714, ubi jalar = 0, maka petani disarankan untuk menanam padi dan kacang hijau.

4.6 Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas merupakan analisis yang dilakukan untuk mengetahui perubahan parameter terhadap pola tanam pada tanaman pangan dalam menghasilkan jenis tanaman pada tanaman pangan.

Tujuan melakukan analisis sensitivitas adalah untuk mengurangi perhitungan-perhitungan ulang, dan untuk mengidentifikasi parameter yang sensitif, dengan mengambil solusi yang baik.



Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.000000	-1.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000000	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000
6	-0.1862645E-08	0.000000

Nilai *shadow price* atau jarak sensitivitas, adalah jarak di mana nilai kuantitas batasan berlaku. Berdasarkan hasil pada tabel di atas, kendala sasaran pertama memiliki nilai dual (*shadow price*) -0,00000 dan kendala sasaran kelima memiliki 0. Ini menunjukkan bahwa kendala sasaran kelima memenuhi fungsi tujuan dengan lebih baik.

4.7 Pembahasan

Hasil dari pengolahan data yang dilakukan dengan tabel simplek, diperoleh hasil yang optimal pada tabel iterasi keempat karena Pada tabel iterasi keempat, tidak ada nilai negatif atau positif lagi. apabila pada tabel iterasi belum optimal maka dapat melakukan perhitungan lagi sampai tabel iterasi tersebut optimal dengan syarat optimal, nilai z_j sudah nol semua atau positif. Maka hasil perhitungan menggunakan tabel simplek dengan menerapkan multi objective goal objective menghasilkan $X_1 = 0,428571$, $X_4 = 5,285714$ maka variabel keputusannya diperoleh $X_1 = \text{padi}$ dan $X_4 = \text{kacang hijau}$ dengan nilai deviasinya atau sasarannya sudah tercapai. Pola tanam untuk ditanami pada jenis komoditas padi dan kacang hijau.