

# OPTIMASI POLA TANAM PADA LAHAN KERING DI KOTA PEKANBARU DENGAN MENGGUNAKAN METODA *MULTI OBJECTIVE (GOAL) PROGRAMMING*

Vera Devani<sup>1</sup>

---

**Abstrak:** Salah satu alternatif pilihan yang diharapkan dapat meningkatkan potensi produksi tanaman dalam rangka memenuhi kebutuhan pangan adalah pendayagunaan lahan kering. Pada model *Linear Programming* kendala-kendala fungsional menjadi pembatas bagi usaha memaksimalkan atau meminimumkan fungsi tujuan, maka pada *Multi Objective Goal Programming* kendala-kendala itu merupakan sarana untuk mewujudkan sasaran yang hendak dicapai. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pola tanam sayur-sayuran, menentukan kendala sasaran yang dapat dicapai, dan mengetahui sensitivitas terhadap solusi optimum yang telah dicapai. Dari penelitian diperoleh bahwa dengan luas lahan 504 Ha, jumlah tenaga kerja 300 orang, kebutuhan pupuk kandang sebanyak 15.000 kg/Ha, dan kebutuhan pupuk urea sebanyak 350 kg/Ha dapat mengoptimasi pola tanam dengan menanam jenis komoditas sayuran berupa ketimun dan sawi.

**Kata Kunci :** *analisis sensitivitas, Multi Objective (Goal) Programming, optimasi, variabel deviasional.*

---

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Lahan kering merupakan lahan pertanian yang memiliki potensi untuk dikembangkan karena arealnya yang luas. Permasalahan utama usaha tani di lahan kering adalah terbatasnya persediaan air, karena hanya mengandalkan datangnya air hujan. Usaha tani yang dilakukan di lahan kering memiliki pola tanam tertentu dalam satu tahun. Penentuan pola tanam yang tepat, dapat menentukan peningkatan produksi tanaman yang pada gilirannya akan meningkatkan pendapatan petani.

Meskipun berperan sebagai Ibu Kota Provinsi, lahan pertanian di Kota Pekanbaru cukup luas. Berdasarkan data dari Dinas Pertanian Kota Pekanbaru tahun 2010, delapan (8) dari dua belas (12) kecamatan yang ada di kota Pekanbaru merupakan sentra pertanian.

Walaupun hampir sebagian besar tanah di Pekanbaru tidak cocok untuk dijadikan lahan pertanian, namun sejak tahun 2008 Pekanbaru telah dapat memproduksi sendiri beberapa jenis sayur-mayur. Kota Pekanbaru memiliki lahan untuk pertanian sayur-sayuran sejenis bayam, kangkung, kubis, sawi, kacang panjang, ketimun, terung, dan lain-lain ditanam di atas lahan seluas 1.518,5 Ha (Dinas Pertanian Kota Pekanbaru, 2010).

### Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka pokok masalah yang akan diteliti adalah bagaimana optimasi pola tanam pada lahan kering di kota Pekanbaru dengan menggunakan metoda *Multi Objective (Goal) Programming*?

---

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim  
Jl.H.R.Soebrantas No.155, KM 18, Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

Naskah diterima: 13 Maret 2012, direvisi:12 Mei 2012, disetujui: 30 Mei 2012

## **Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk menentukan pola tanam sayur-sayuran.
2. Untuk menentukan kendala sasaran yang dapat dicapai.
3. Untuk mengetahui sensitivitas terhadap solusi optimum yang telah dicapai.

## **LANDASAN TEORI**

### **Lahan Kering**

Lahan kering umumnya terdapat didataran tinggi (daerah pegunungan) yang ditandai dengan topografinya yang bergelombang dan merupakan daerah penerima dan peresap air hujan yang kemudian dialirkan ke dataran rendah, baik melalui permukaan tanah (sungai) maupun melalui jaringan bumi air tanah. Jadi lahan kering didefinisikan sebagai dataran tinggi yang lahan pertaniannya lebih banyak menggantungkan diri pada curah hujan. Lahan kering diterjemahkan dari kata “*upland*” yang menunjukkan kepada gambaran “daerah atas” (Hasnudi dan Saleh, 2006).

### **Optimasi**

Menurut Nash dan Sofer (1996), optimasi adalah sarana mengekspresikan model matematika yang bertujuan memecahkan masalah dengan cara terbaik. Untuk tujuan bisnis, hal ini berarti memaksimalkan keuntungan dan efisiensi serta meminimalkan kerugian, biaya atau resiko.

Hal ini juga berarti merancang sesuatu untuk meminimalisasi bahan baku atau memaksimalkan keuntungan. Adapun keinginan untuk memecahkan masalah dengan model optimasi secara umum sudah digunakan pada banyak aplikasi.

### **Definisi *Linear Programming***

Metode *Linear Programming* pertama kali ditemukan oleh ahli Statistik Amerika yang bernama George Dantzig (*Father of the Linier Program*). *Linear Programming* adalah suatu cara untuk menyelesaikan persoalan pengalokasian sumber-sumber yang terbatas di antara beberapa aktifitas yang bersaing, dengan cara yang terbaik yang mungkin dilakukan. Persoalan pengalokasian ini akan muncul mana kala seseorang harus memilih tingkat aktifitas-aktifitas tertentu yang bersaing dalam hal penggunaan sumber daya langka yang dibutuhkan untuk melaksanakan aktivitas-aktivitas tersebut.

*Linear programming* menggunakan model matematis untuk menggambarkan masalah yang dihadapi. Kata “*linear*” berarti bahwa semua fungsi matematis dalam model ini harus merupakan fungsi-fungsi linear. Kata “*programming*” merupakan sinonim untuk kata perencanaan. Dengan demikian, *linear programming* adalah perencanaan aktivitas-aktivitas untuk memperoleh hasil yang optimum, yaitu suatu hasil yang mencapai tujuan terbaik di antara seluruh alternatif yang fisibel (Tjutju Tarliah D, 2006).

### **Model *Linear Programming***

Untuk membuat fomulasi model *linear programming* atau sering juga disebut model matematik *linear programming*, terdapat tiga langkah utama yang harus dilakukan, yaitu:

1. Tentukan variabel keputusan atau variabel yang ingin diketahui dan gambarkan dalam simbol matematik.
2. Tentukan tujuan dan gambarkan dalam satu sel fungsi linier dari variabel keputusan yang dapat berbentuk maksimum atau minimum.
3. Tentukan kendala dan gambar dalam bentuk persamaan linier atau ketidaksamaan linier dari variabel keputusan.

Di dalam model *linear programming* dikenal dua macam fungsi yaitu fungsi tujuan (*objective function*) dan fungsi batasan/kendala (*constraints function*). Fungsi tujuan adalah fungsi yang menggambarkan tujuan/sasaran di dalam permasalahan *linear programming* yang berkaitan dengan pengaturan secara optimal sumber daya-sumber daya, untuk memperoleh keuntungan maksimal atau biaya minimal.

Pada umumnya nilai yang akan dioptimalkan dinyatakan sebagai z. Fungsi batasan/kendala merupakan bentuk penyajian secara matematis batasan-batasan kapasitas yang tersedia yang akan dialokasikan secara optimal ke berbagai kegiatan.

Model matematis dari *linear programming*, adalah memilih nilai-nilai untuk  $x_1, x_2, \dots, x_n$  (variabel-variabel keputusan).

Memaksimumkan

$$z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad \dots (1)$$

Kendala adalah:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \quad \dots (2)$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2 \quad \dots (3)$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m \quad \dots (4)$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0 \quad \dots (5)$$

dimana:

z = Fungsi tujuan.

$c_n$  = Koefisien variabel keputusan.

$x_n$  = Variabel keputusan.

m = Macam batasan-batasan sumber atau fasilitas yang tersedia.

n = Macam-macam kegiatan yang menggunakan sumber atau fasilitas tersebut.

i = Nomor setiap macam sumber atau fasilitas yang tersedia (i = 1, 2, 3....., m)

j = Nomor setiap macam kegiatan yang menggunakan sumber atau fasilitas yang tersedia (j = 1, 2, 3....., n)

$x_j$  = Tingkat kegiatan ke-j (j = 1, 2, 3....., n)

$a_{ij}$  = Banyak sumber i yang diperlukan untuk menghasilkan setiap unit keluaran kegiatan j (i = 1, 2, 3....., m dan j = 1, 2, 3....., n)

$b_i$  = Banyaknya sumber (fasilitas) yang tersedia untuk dialokasikan ke setiap unit kegiatan (i = 1, 2, 3....., n)

### **Multi Objective (Goal) Programming**

Charles D & Timothy Simpson (2002), mendapatkan bahwa *multi objective (goal) programming* sangat cocok digunakan untuk masalah-masalah multi tujuan karena melalui variabel deviasinya. Metoda ini secara otomatis menangkap informasi tentang pencapaian relatif dari tujuan-tujuan yang ada. Oleh karena itu, solusi optimal yang diberikan dapat dibatasi pada solusi feasibel yang menggabungkan ukuran-ukuran performansi yang diinginkan.

Pada model *linear programming*, kendala fungsional menjadi pembatas bagi usaha pemaksimuman atau peminimuman fungsi tujuan, maka pada *multi objective goal programming* kendala-kendala itu merupakan sarana untuk mewujudkan sasaran yang hendak dicapai. Sasaran-sasaran, dalam hal ini, dinyatakan sebagai nilai konstan

pada ruas kanan kendala. Kendala-kendala di dalam *multi objective (goal) programming* selalu berupa persamaan dan dinamakan kendala sasaran. Di samping itu keberadaan sebuah kendala sasaran selalu ditandai oleh kehadiran deviasional sehingga setiap kendala sasaran pasti memiliki variabel deviasional.

Model umum dari *multi objective (goal) programming* adalah sebagai berikut:  
Maksimumkan (minimumkan):

$$\begin{aligned} Z &= \sum_{i=1}^m \tau_i (DA_i + \text{DB}_i) \\ &= \sum_{i=1}^m \tau_i DA_i + \text{VB}_i DB_i \end{aligned} \quad \dots (6)$$

Kendala:

$$\sum_{j=1}^n \tau_{ij} X_j + \text{DB}_i - \text{DA}_i = \tau_i, \quad \dots (7)$$

untuk  $i = 1, 2, \dots, m$  sebagai kendala sasaran

$$\sum_{j=1}^n \tau_{kj} X_j < \text{atau} > \tau_k, \quad \dots (8)$$

untuk  $k = 1, 2, \dots, n$  sebagai kendala fungsional

$$j = 1, 2, \dots, n$$

dan

$$X_j, DB_i, DA_i > 0$$

dimana :

$DA_i; DB_i$  = jumlah unit deviasi yang kekurangan (B) atau kelebihan (A) terhadap tujuan ( $b_i$ )

$WA_i; WB_i$  = bobot atau imbangan (kardinal) yang diberikan terhadap suatu unit deviasi yang kekurangan (B) atau kelebihan (A) terhadap tujuan ( $b_i$ )

$A_{ij}$  = koefisien teknologi fungsi kendala tujuan, yaitu yang berhubungan dengan tujuan peubah pengambilan keputusan ( $X_j$ )

$X_j$  = peubah pengambilan keputusan atau kegiatan yang kini dinamakan sebagai sub tujuan

$b_i$  = nilai tujuan atau target yang ingin dicapai

$g_{kj}$  = koefisien teknologi fungsi kendala biasa

$C_k$  = jumlah sumber daya k yang tersedia

### Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas atau kepekaan adalah analisis yang dilakukan untuk mengetahui akibat/pengaruh dari perubahan yang terjadi pada parameter-parameter *linier programming* terhadap solusi optimal yang telah dicapai (Tjutju Tarliah D, 2006).

Tujuan dilakukan analisis sensitivitas adalah mengurangi perhitungan-perhitungan dan menghindari perhitungan ulang, bila terjadi perubahan-perubahan satu atau beberapa koefisien pada saat penyelesaian optimal telah dicapai.

Perubahan yang mungkin terjadi setelah dicapainya penyelesaian optimal terdiri dari beberapa macam, yakni:

1. Keterbatasan kapasitas sumber atau nilai kanan fungsi batasan. Perubahan nilai kanan suatu fungsi batasan menunjukkan adanya pengetatan ataupun pelanggaran batasan tersebut. Makin besar nilai kanan suatu fungsi batasan berarti makin

- longgar, sebaliknya makin ketat batasan tersebut bila nilai kanan fungsi batasan diperkecil.
2. Koefisien fungsi tujuan. Perubahan koefisien fungsi tujuan menunjukkan adanya perubahan kontribusi masing-masing variabel terhadap tujuan (maksimasi atau minimasi).
  3. Koefisien teknis fungsi batasan. Yaitu perubahan yang dilakukan pada koefisien teknis fungsi tujuan akan mempengaruhi sisi kiri dari pada batasan dual.
  4. Penambahan variabel baru. Dalam hal ini penambahan variabel baru tersebut akan mempengaruhi penyelesaian optimal apabila memperbarui baris tujuan optimal.
  5. Penambahan batasan baru. Penambahan batasan baru akan mempengaruhi penyelesaian optimal apabila batasan tersebut aktif, artinya belum dicakup oleh batasan-batasan yang telah ada. Apabila batasan tersebut tidak aktif (redundant) maka tidak akan mempengaruhi penyelesaian optimal.

## METODE PENELITIAN

Data yang digunakan adalah jenis komoditas sayuran, luas lahan, masa panen, jumlah tenaga kerja, jumlah pupuk kandang, dan jumlah pupuk urea. Metode yang digunakan untuk mengoptimalkan pola tanam pada lahan kering adalah *multi objective (goal) programming*.

Proses pengolahan data menggunakan software LINGO 10. Analisis data dilakukan terhadap solusi optimal dan analisis sensitivitas.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data luas lahan komoditas sayuran di Kota Pekanbaru yang mempunyai masa panen 45-50 hari seperti pada tabel 1.

Tabel 1 Luas Lahan Komoditas Sayuran di Kota Pekanbaru tahun 2010 per Ha

No.	Kecamatan	Jenis Sayuran		
		Kacang Panjang	Ketimun	Sawi
1	Tampian	33	17	38
2	Payung Sekaki	7	9	5
3	Bukit Raya	5	7	20
4	Marpayon Damai	23	40	79
5	Tenayan Raya	23	19	-
6	Lima Puluh	5	-	-
7	Rumbai	42	59	-
8	Rumbai Pesisir	47	26	-
	Jumlah	185	177	142
	Total luas lahan	504		

(Sumber: Distan Kota Pekanbaru, 2010)

Tabel 2 Data Komoditas Sayuran

No.	Keterangan	Jenis Tanaman Sayuran		
		Kacang Panjang ( $X_1$ )	Ketimun ( $X_2$ )	Sawi ( $X_3$ )
1	Masa panen (hari)	45-50	45-50	45-50
2	Tenaga kerja (orang)	120	120	120
3	Pupuk kandang (Kg/Ha)	2.500	2.500	10.000

4	Urea (Kg/Ha)	100	100	150
(Sumber: Distan Kota Pekanbaru, 2010)				

Tabel 3 Prioritas Fungsi Tujuan

NO	FAKTOR	KETERANGAN
1	P <sub>1</sub>	Luas lahan adalah 504 Ha
2	P <sub>2</sub>	Masa panen tidak melebihi 50 hari
3	P <sub>3</sub>	Jumlah tenaga kerja tidak melebihi 300 orang
4	P <sub>4</sub>	Jumlah pupuk kandang yang digunakan adalah 15.000 kg/Ha
5	P <sub>5</sub>	Jumlah pupuk urea yang digunakan adalah 350 kg/Ha
(Sumber: Distan Kota Pekanbaru, 2009)		

**Fungsi tujuan: Minimasi**

$$Z = P_1(DA_1 + DB_1) + P_2 (DB_2) + P_3 (DB_3) + P_4 (DA_4 + DB_4) + P_5 (DA_5 + DB_5) \dots (8)$$

**Kendala:**

$$X_1 + X_2 + X_3 + DA_1 - DB_1 = 500 \dots (9)$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + DB_2 = 50 \dots (4.3)$$

$$120X_1 + 120 X_2 + 120X_3 + DB_3 = 300 \dots (10)$$

$$2.500X_1 + 2.500X_2 + 10.000X_3 + DA_4 - DB_4 = 15.000 \dots (11)$$

$$100X_1 + 100X_2 + 150X_3 + DA_5 - DB_5 = 350 \dots (12)$$

$$X_1, X_2, X_3, DA_1, DB_1, DB_2, DB_3, DA_4, DB_4, DA_5, DB_5 \geq 0 \dots (13)$$

Berdasarkan Lampiran 1 (Tabel 5) dapat dilihat bahwa:

Tabel 4. *Output model multi objective (goal) programming*

Variabel Keputusan	Z	
X <sub>1</sub> = 0 X <sub>2</sub> = 1,333 X <sub>3</sub> = 1,67	589,333	
Variabel Deviasional	Sasaran	Keterangan
DA <sub>1</sub>	0,000	Tercapai
DB <sub>1</sub>	501,500	
DB <sub>2</sub>	46,167	Tidak tercapai
DB <sub>3</sub>	0,000	Tercapai
DA <sub>4</sub>	0.000	Tercapai
DB <sub>4</sub>	0,000	
DA <sub>5</sub>	0,000	Tercapai
DB <sub>5</sub>	41,667	

Berdasarkan dari nilai variabel deviasi (Tabel 4) terlihat bahwa, nilai deviasi atas untuk kendala sasaran pertama, keempat, dan kelima adalah nol. Hal ini berarti tujuan (goal) untuk kendala sasaran pertama, ketiga dan keempat tercapai. Sedangkan nilai deviasi bawah untuk kendala sasaran ketiga adalah nol. Hal ini berarti tujuan (goal) tercapai.

Sedangkan pada prioritas kedua, deviasi bawah bukan nol, berarti tujuan (goal) tidak tercapai.

Nilai variabel untuk kacang panjang = 0, ketimun = 1,333 dan sawi = 1,167, maka petani disarankan untuk menanam jenis sayuran ketimun dan sawi.

**Analisis Sensitivitas**

Tujuan utama analisis sensitivitas adalah untuk mengidentifikasi parameter yang sensitif, jadi perhatian khusus dapat diambil dalam memperkirakan dan memilih solusi yang hampir seluruh nilainya baik.

Berdasarkan tabel 5, nilai slack 0 (nol) pada setiap kendala sasaran berarti bahwa semua kendala sasaran dapat memenuhi fungsi tujuan.

Tabel 5 Output Model Multi Objective (Goal) Programming Menggunakan *Software LINGO*

Variable	Value	Reduced Cost
DA1	0.000000	2.000000
DB1	501.5000	0.000000
DB2	46.16667	0.000000
DB3	0.000000	1.722222
DA4	0.000000	0.9934667
DB4	0.000000	1.006533
DA5	0.000000	2.000000
DB5	41.66667	0.000000
X1	0.000000	2.000000
X2	1.333333	0.000000
X3	1.166667	0.000000

  

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	589.3333	-1.000000
2	0.000000	-1.000000
3	0.000000	-1.000000
4	0.000000	0.7222222
5	0.000000	0.6533333E-02
6	0.000000	-1.000000

Jarak sensitivitas untuk nilai kuantitas batasan merupakan jarak di mana nilai dual (shadow price) berlaku. Berdasarkan Tabel 5, nilai dual (*shadow price*) untuk kendala sasaran ketiga adalah 0,7222 sedangkan untuk kendala sasaran keempat adalah 0,0065 yang berarti kendala sasaran ketiga lebih memenuhi fungsi tujuan daripada kendala sasaran keempat.

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

Dari penelitian ini dapat disimpulkan:

1. Pencapaian tujuan (*goal*) mengoptimasikan pola tanam, petani menanam jenis komoditas sayuran ketimun (1,333) dan sawi (1,167).

2. Berdasarkan analisis sensitivitas terlihat bahwa, semua kendala sasaran dapat memenuhi fungsi tujuan.
3. Jarak sensitivitas untuk nilai kuantitas batasan juga merupakan jarak di mana nilai dual (*shadow price*) berlaku. Nilai dual (*shadow price*) untuk kendala sasaran ketiga adalah 0,7222 sedangkan untuk sasaran keempat adalah 0,0065 yang berarti kendala sasaran ketiga lebih memenuhi fungsi tujuan daripada kendala sasaran keempat.

### Saran

Untuk penelitian selanjutnya, penulis menyarankan agar menggunakan variabel dan kendala sasaran yang lebih banyak lagi.

### Daftar Pustaka

- Azhar, A. 2002. Model Optimasi Perencanaan Investasi Galangan Kapal dengan Pendekatan Programasi Tujuan Ganda. *Jurnal Makara Teknologi*. Vol. 6, No. 1. DRPM UI.
- Dermawan, R. 2005. *Model Kuantitatif Pengambilan Keputusan dan Perencanaan Strategis*. Alfabeta, Bandung.
- Dimiyati, T.T.; dan A. Dimiyati. 2006. *Operations Research*. Sinar Baru, Bandung.
- Hiller, F.S.; dan G.J. Lieberman. 1990. *Pengantar Riset Operasi*. Erlangga, Jakarta.
- Kakiay, T.J. 2008 *Pemrograman Linier Metode dan Problema*. Andi, Yogyakarta.
- Levin, R.I.; dan D.S. Rubin. 2002. *Pengambilan Keputusan Secara Kuantitatif*. PT. RajaGrafindo Persada, Jakarta.
- Siswanto. 2006. *Operations Research*. Erlangga, Jakarta.
- Taha, H.A. 1987. *Operation Research: An Instruction*. Macmillan Publishing Company, New York.
- Taylor, B.W. 2005. *Introduction to Management Science*. Salemba Empat, Jakarta.
- Zhang, F.; and W.B. Roush. 2002. *Multiple-Objective (Goal) Programming Model for Need Formulation: An Example for Reducing Nutrient Variation*. Departement of Poultry Science, The Pansylvania State University.