PEMECAHAN PROBLEM EFISIENSI FAKTOR PRODUKSI DENGAN METODE LINEAR PROGRAMMING

Surahman

Jurusan/Program Studi Sosial Ekonomi Pertanian/Agrobisnis
Fakultas Pertanian UNS

ABSTRACT

The problem solving of the production element efficiency by using linear programming can be done by formulating the mathematical model. The principles that have to be kept first are:

- a. The whole set of the problems can be divided into activity parts.
- b. Each of the activities must have been determined precisely (about the quantity)
- c. The quantity must have divided precisely
- d. The limit of the capacity should be determined
- e. Making the model

after that, the next step is finding the solution. However, one thing to remember is that the problem solving using linear programming is only a medium. About the application depends on the decision maker or the user that will not be out from the real condition.

Key word : efficiency problem, linear programming

PENDAHULUAN

Dalam rangka meningkatkan pendapatan dari suatu usaha secara garis besar dapat ditempuh dengan jalan meminimumkan atau menekan ongkos produksi atau dengan mengubah macam produksi yang diusahakan sehingga memperoleh total penerimaan lebih tinggi. Tanpa memperhatikan harga input dalam penggunaannya bias ditekan sehingga dapat menjadi lebih efisien atau dengan merubah kombinasi input yang dipergunakan dalam proses produksi. Dengan cara ini akan berakibat menekan ongkos produksi. Tanpa memperhatikan harga jual produk maupun harga input yang dipergunakan dapat juga ditempuh dengan merubah produk yang dihasilkan (memilih produk yang menguntungkan) juga diperoleh pendapatan yang lebih tinggi. Dalam mengelola sering disebut disebut efisiensi penggunaan faktor produksi.

Setiap usaha perlulah memperhatikan adanya hukum ekonomi yang mengendalikan segala langkah yaitu antara lain :

Law of comparative advantage yaitu tentang keunggulan dalam perbandingan. Hal ini perlu diperhatikan untuk menentukan usaha apa yang akan dijalankan agar memperoleh pendapatan yang optimal dengan memperhatikan adanya keunggulan-keunggulan yang dimiliki (yang terkandung di dalamnya).

The principle of substitution, disini memberikan keterangan agar supaya orang dalam berusaha mencapai tujuan tertentu, menggunakan cara-cara yang memerlukan biaya paling murah pada tingkat hasil yang sama.

The principle of opportunity costs, hal ini berhubungan dengan pemilihan suatu usaha dalam satu perusahaan, pilihan ini dititik-beratkan pada hal-hal yang diharapkan dapat memberikan keuntungan paling tinggi (paling menguntungkan bagi si pengusaha).

The law of diminishing return, bahwa dalam penambahan salah satu factor produksi dalam proses produksi tidak selamanya memberikan tambahan hasil, akan tetapi penambahan factor produksi suatu saat akan mengalami penurunan.

Allocation of resources, hal ini berkaitan adanya keterbatasan-keterbatasan bagi seorang pengusaha. Oleh karenanya si pengusaha haruslah menggunakan sumber-sumber tersebut sedemikian rupa sehingga diperoleh hasil yang paling menguntungkan.

Untuk mengetahui hubungan antara input yang dipergunakan dengan output yang dihasilkan secara teori dikenal adanya 3 hubungan yaitu: factor dengan factor, hubungan factor dengan factor produksi dan hubungan produk dengan produk.

Hubungan factor dengan factor, dalam hubungan ini memberikan gambaran dua factor produksi variable yang dapat memberikan (menghasilkan) satu tingkat produksi tertentu. Hubungan ini seringkali disebut fungsi produksi jangka panjang dan dalam hal ini dapat ditentukan kombinasi penggunaan input dengan ongkos terendah (least cost combination).

Hubungan factor dengan factor produksi, dapat menggambarkan antara tingkat produksi yang dihasilkan dengan berbagai factor variable yang dipergunakan dalam proses produksi dengan menganggap factor lain dalam jumlah tetap

Hubungan produk dengan produk, hubungan ini dapat untuk menentukan kombinasi produk yang akan dihasilkan dengan melihat hubungan produk-produk atau dapat menggambarkan berbagai kombinasi produk yang dapat dihasilkan dengan ongkos produksi tertentu.

Dari ketiga pendekatan dapatlah dianalisa tingkat produksi mana yang rasional bagi seorang produsen atau pengusaha dalam mengalokasikan factor-faktor produksi.

Suatu model yang dapat memecahkan permasalahan hubungan antara factor dengan factor, factor dengan produk, produk dengan produk setelah disederhanakan permasalahannya yaitu dengan model linear programming, namun ada syarat utama yang harus dipenuhi yaitu apabila semua kendala dan fungsi obyektif berbentuk linear dalam perubahan-perubahannya. Di dalam metode linear programming terdapat tiga komponen kuantitatif yaitu :

1. Adanya fungsi tujuan (objective function) yang akan dimaksimalkan/di minimumkan.
2. Adanya factor-faktor pembatas (kendala), dari input yang ada (dimiliki)
3. Adanya aktivitas produksi, akan dicari kombinasinya yang optimal untuk mencapai fungsi obyektif.

Linear programming hanyalah salah satu ranting dalam operation research. Meski-pun hanya salah satu ranting ternyata peranannya sangat dominan dalam arti beberapa model ternyata berasal atau dapat dikembalikan ke linear programming. Misalnya mathematical programming, transportation problem, game theory, waiting theory, inventory (stock control), net work planning.

Linear programming adalah suatu metode yang dipergunakan di dalam batas-batas yang ada, untuk mendapatkan pemecahan optimal dalam rangka mencapai tujuan, dimana jumlah variable secara simultan diperhatikan. Nampaknya kalau disederhanakan berbagai persoalan/problem dapat dipecahkan dengan menggunakan linear programming menyangkut masalah distribusi, produksi (melalui maksimum hasil), blending meramu obat, meramu cat, makanan ternak, logistik, transport dan lain sebagainya. Sebenarnya problem efisiensi secara umum menyangkut persoalan optimasi, dan biasanya optimasi menyangkut masalah maksimisasi dan minimisasi.

Landasan / Kerangka Pemikiran

Masalah-masalah yang dapat dijawab melalui operation research yang salah satu rantingnya adalah linear programming sebenarnya merupakan alat bantu analisa. Menurut Asri dan Hidayat (1984), linear programming merupakan teknis matematis yang dapat dipakai untuk menyelesaikan suatu masalah pengalokasian sumberdaya yang terbatas secara optimal. Subagyo et al (1989), menyatakan bahwa linear programming mencakup perencanaan kegiatan-kegiatan untuk mencapai suatu hasil yang optimal yaitu suatu hasil yang mencerminkan tercapainya sasaran tertentu yang paling baik diantara alternatif-alternatif

yang ada, dengan menggunakan fungsi linear. Namun menurut Juju Wahyu (1985), linear programming hanyalah alat bantu sehingga ketepatannya sangat tergantung dari model yang dibentuk. Selama modelnya benar, hasilnya pun akan benar karena dalam melakukan perhitungan dengan mempergunakan linear programming factor yang sangat berpengaruh adalah model.

Menurut Scott (1970), penggunaan linear programming dalam suatu analisis usaha mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan teori budgeting (pembelanjaan), sebab linear programming dapat dipergunakan untuk meminimumkan biaya atau memaksimumkan keuntungan dalam suatu masalah yang rumit. Sebaliknya apabila perencanaan yang rumit tersebut dilakukan dengan budgeting, hal tersebut biasanya sukar atau bahkan tidak mungkin dilakukan. Birowo (1979), mengemukakan bahwa dengan menggunakan linear programming disamping hubungan faktor dengan faktor, factor dengan produk, produk dengan produk dapat dipecahkan secara simultan, masalah secara jelas dipisah - pisahkan penggolongannya secara tajam sehingga lebih mudah pemecahannya.

Pada kenyataan produk pertanian sangatlah dipengaruhi oleh factor alam, sehingga salah satu jalan yang bisa ditempuh adalah memilih tanaman atau kegiatan yang sesuai dengan alam disuatu tempat. Dapat juga dikatakan bahwa usaha pertanian sangatlah ditentukan adanya factor intern dan factor ekstern. Faktor-faktor tersebut merupakan factor penentu ukuran ataupun tipe usahatani yang akan dilaksanakan.

Nampaknya penggunaan linear programming penyusunan model merupakan kunci utama Kalau mengikuti pola pemikiran langkah-langkah yang perlu dilalui antara lain :

- a. Dimulai dengan perumusan permasalahan yang akan dicari pemecahannya.
- b. Mencakup definisi, sasaran, kendala, alternatif, hubungan dengan masalah lain, penyelesaian optimal untuk keseluruhan sistem
- c. Penyusunan model matematika yang dianggap sesuai dengan permasalahan

- d. Merupakan gambaran dari keadaan sesungguhnya, dengan demikian model harus lebih sederhana dari keadaan sesungguhnya. Tujuannya adalah mempermudah analisis, karena apabila menggunakan system sesungguhnya akan memerlukan banyak waktu. Bahkan sebaiknya model matematik cukup sederhana untuk dapat dinyatakan dalam manipulasi dan dapat dimengerti oleh orang lain, cukup menggambarkan system yang akan dipecahkan dan cukup lengkap sehingga dapat mewakili keadaan sesungguhnya.
- e. Mencari penyelesaiannya.
- f. Diharapkan ada penyelesaian yang optimal sesuai dengan fungsi tujuan yang telah ditentukan, dan kemudian bisa ditransfer ke kondisi sesungguhnya. Atau dapat merupakan petunjuk untuk bertindak. Dari model akan diperoleh suatu ancer-ancer untuk merumuskan ke keadaan sesungguhnya.
- g. Perlu dikaji model dan penyelesaiannya
- h. Beberapa cara untuk mengkaji model dengan dimensi yang konsisten, mengadakan variasi pada masukan pada parameter dan dilihat pada keluarannya, retrospeksi test yakni dengan data histories.
- i. Menyusun kontrol
- j. Walaupun model sudah tepat, namun tidak menutup kemungkinan kurang sesuai dengan kondisi sesungguhnya (tidak tepat benar), maka perlu dicari masukan-masukan atau parameter-parameter mana yang secara signifikan mempengaruhi jawaban.
- k. Implementasi
- l. Hal ini sangat tergantung dari si pengambil keputusan atau dengan melihat kebutuhannya, sebaiknya harus mencakup semua komponen yang masuk dalam system tersebut, bahkan sebaiknya dinyatakan dalam keadaan terukur (kuantitatif).

TEORI PEMECAHAN DENGAN LINEAR PROGRAMMING

Untuk memecahkan permasalahan dengan linear programming perlu terlebih dahulu mengetahui beberapa karakteristik umum dari pada linear programming yang antara lain :

- Keseluruhan system permasalahan dapat dibagi dalam satuan-satuan aktivitas
- Masing-masing aktivitas harus dapat ditentukan dengan tepat baik mengenai jenisnya maupun letaknya di dalam model linear programming.
- Setiap aktivitas harus dapat didefinisikan dengan jelas kuantitasnya, sehingga dapat kita bandingkan masing-masing nilainya.

Disamping beberapa hal tersebut sebelum membangun suatu model perlu memperhatikan beberapa hal yang merupakan anggapan dasar pemakaian linear programming. Hal-hal tersebut antara lain menyangkut :

- Proportionality, yaitu bahwa anggapan bahwa sebelum aktivitas dimulai diperlukan input dan input yang digunakan ini bertambah secara proporsional. Dengan pertambahan aktivitas.
- Accountability for resources yaitu bahwa sumber-sumber daya yang tersedia ini harus dihitung sehingga dapat dipastikan berapa bagian yang tidak terpakai di dalam proses produksi
- Linearity of objectives yaitu bahwa fungsi tujuan maupun factor-faktor pembatasnya ini harus dapat dinyatakan sebagai fungsi yang linear
- Additivity yaitu bahwa nilai tujuan tiap aktivitas tidak saling mempengaruhi atau dalam linear programming dianggap bahwa kenaikan dari nilai tujuan yang diakibatkan oleh kenaikan suatu aktivitas dapat ditambahkan tanpa mempengaruhi bagian dari nilai tujuan yang diperoleh.
- Divisibility yaitu bahwa output yang dihasilkan oleh suatu kegiatan dapat berupa bilangan pecahan.
- Deterministic yaitu bahwa semua parameter yang terdapat dalam model linear

programming dapat diperkirakan dengan pasti.

Pemecahan atau perhitungan dapat dilakukan dengan perhitungan manual atau dengan bantuan komputer setelah model dapat diselesaikan. Apabila hanya dua variable biasanya lebih sederhana diselesaikan dengan grafik, tetapi apabila lebih dari dua variabel perlu penyelesaian dengan metode simplex.

Apabila menggunakan metode simplex ada beberapa hal yang berbeda. Dalam menggunakan metode grafis garis batas dari pada solution space langsung dapat digambarkan dengan merubah bentuk ketidak-samaan menjadi bentuk persamaan secara langsung, sedang apabila dengan metode simplex untuk merubah ketidak-samaan menjadi persamaan perlu dimasukkan slack variable atau surplus variable. Apabila tanda ketidak-samaan berupa lebih kecil maka disebelah kiri tanda harus ditambah slack variable, namun apabila tanda lebih besar maka disebelah kiri tanda harus dikurangi surplus variable dan menambah dengan artificiale.

Secara matematis teknik linear programming dapat diformulasikan sebagai berikut :

Fungsi sasaran :

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3$$

Kendala :

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j = b_i$$

atau secara keseluruhan dapatlah dijelaskan bahwa hal tersebut adalah dari beberapa persamaan (atau apabila dituliskan) sebagai berikut:

$$a_{1.1}x_1 + a_{1.2}x_2 + a_{1.3}x_3 + \dots + a_{1.n}x_n + S_1 = b_1$$

$$a_{2.1}x_1 + a_{2.2}x_2 + a_{2.3}x_3 + \dots + a_{2.n}x_n + S_2 = b_2$$

$$a_{3.1}x_1 + a_{3.2}x_2 + a_{3.3}x_3 + \dots + a_{3.n}x_n + S_3 = b_3$$

$$\vdots$$

$$a_{m.1}x_1 + a_{m.2}x_2 + a_{m.3}x_3 + \dots + a_{m.n}x_n + S_n = b_n$$

Hal tersebut merupakan penulisan secara umum dari constraints di dalam persamaan

Kemudian mencari kombinasi variable sehingga optimal perlulah disusun tabel-tabel

matrix untuk setiap langkah. Bentuk umum tabel matrix metode simplex adalah sebagai berikut :

Program	Objective	Cj var quant	P ₁ X ₁	P ₂ X ₂	P ₃ X ₃		P _n X _n	0	0	0		0
S1												
S2												
S3												
Sn												
	Zj											
	Zj - Cj											

Keterangan dari tabel adalah sebagai berikut:

- Cj (objective row) ini adalah merupakan baris transformasi daripada objective function, kemudian kolom yang lain adalah 0, ini merupakan koefisien dari slack variable, dan merupakan bilangan semu
- Baris variable (variable row), adalah baris yang berisikan variable-variable yang dikombinasikan termasuk slack variable.
- Baris Z, adalah baris yang berisikan jumlah hasil kali antara objective dengan seluruh baris di atasnya.

Dalam menggunakan metode simplex secara manual pada dasarnya kita bisa memakai pedoman langkah-langkah yang telah tersusun sebagai berikut :

- Tentukan objective function yang akan dicapai, apakah soal maximum atau soal minimum.
- Identifikasikan batasan-batasan yang akan dipergunakan sebagai analisa (tentukan pembatasnya) dalam bentuk ketidaksamaan (hal ini merupakan pembatas)
- Ubah dalam bentuk dari bentuk ketidaksamaan menjadi bentuk persamaan (ubah ke bentuk kanonik) dengan memasukkan unsure slack variable. Apabila bentuk ketidaksamaan masih ada slack variable

yang negatif perlu ditambah peubah semu lagi (artificiale)/M. Dimana M adalah angka semu sangat besar dan M harus dikeluarkan lebih dahulu dari baris. Pada akhir mencapai optimum M harus sudah hilang.

- Formulasikan objective function dan constraints kedalam matrix sehingga siap untuk dilakukan perhitungan sebagai tabel awal.
- Kolom kunci (key column), kolom kunci untuk soal maximum dipilih nilai Zj-Cj yang negatif besar. (kolom ini merupakan kolom kunci. Apabila soalnya minimum untuk kolom kunci dipilih Zj-Cj yang positif besar. Hal ini sering juga dinamakan memilih pengganti baris.
- Menentukan baris kunci (key row), baris kunci ini dipilih dengan memilih nilai terendah dari pada kolom ganti (replacement column) atau ditemukan dari besarnya Ri, dimana Ri ini diperoleh dari membagi bi dengan aik, pilih yang terkecil dan lebih besar dari nol.
- Menentukan nomor kunci (key number). Nomor kunci ini ditentukan dengan melihat perpotongan antara baris kunci dan kolom kunci.

- h. Mengadakan transformasi baris kunci dengan membagi semua angka-angka pada baris kunci dengan nomor kunci
- i. Mengadakan transformasi, baris-baris yang lain dengan cara menggunakan angka-angka pada baris lama dengan hasil kali antara angka pada baris kunci dengan fixed ratio. Sedangkan fixed ratio ditentukan dengan membagi angka pada kolom kunci dengan angka pada nomor kunci. (baris baru = baris lama - fixed ratio x baris kunci)
- j. Demikian seterusnya sampai persoalan optimum selesai. Persoalan maximum selesai apabila $Z_j - C_j$ semuanya sudah positif atau nol, sedang untuk soal minimum selesai apabila semua $Z_j - C_j$ sudah negatif atau nol.

Apabila persoalan optimum sudah selesai, baik soal minimum ataupun maximum maka tinggal mengembalikan pada permasalahan awal. Pada kenyataan permasalahan yang diselesaikan dengan linear programming dapat terjawab secara kuantitatif, hanya perlu diingat bahwa ini hanya merupakan alat (tetap harus teliti dalam mengartikan jawabannya) jangan sampai tersesat (kurang logis/ tidak sesuai dengan keadaan sesungguhnya).

PENGUNAAN PENYELESAIAN DENGAN LINEAR PROGRAMMING

Penelitian dengan menggunakan penyelesaian linear programming menuntut kesemuanya harus terukur, sehingga biasanya metode yang dipergunakan adalah normative yaitu penelitian yang memusatkan pada masalah-masalah yang bisa diukur/dinilai. Sehingga tidak hanya bersifat gambaran tetap sudah ada ketentuan atau norma yang pasti. Disamping itu dapat secara tepat memberikan gambaran sifat-sifat, keadaan, kelompok tertentu atau saling ada hubungan satu dengan lain yang sudah ada normanya. Dalam pelaksanaan lebih tepat dengan study kasus yaitu suatu penelitian

1. X_1	$\leq 0,2668$
2. X_2	$\leq 0,2668$
3. $X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7$	$\leq 0,2668$
4. $3,97X_1$	$\leq 19,8$
5. $+ 53,97X_2$	$\leq 19,8$
6. $32,6X_4 + 68,4X_5 + 71,4X_6 + 38,1X_7$	$\leq 21,12$
7. $66,2X_1 + 173,9X_3 + 214,1X_4 + 79,3X_5 + 129,9X_6 + 203,2X_7$	$\leq 126,67$

secara mendalam atau secara intensif dan mendetail mencakup segala aspek yang mencakup kasus tersebut.

Penelitian tentang optimasi pendapatan dari penggunaan tanah sawah pada berbagai kombinasi tanaman terutama adanya tanaman perkebunan. Dalam penelitian ini bertujuan ingin mengetahui optimasi penggunaan tanah sawah ditinjau dari pendapatan petani selama satu tahun dan kesempatan kerja dan juga apakah tanaman perkebunan di daerah tersebut masih menguntungkan, penyelesaian dengan linear programming.

Pendapatan petani selama satu tahun/ Ha

Musim hujan padi musim hujan (semua tanaman padi) = X_1 (413.478)

Musim kemarau I (MK I) semua tanaman padi = X_2 (404.680)

Musim kemarau II (MK II) petani dapat memilih :

Kedele = X_3 (354.789) ; kacang tanah = X_4 (330.992) ; tembakau virginia = X_5 (502.356) ; tembakau jawa = X_6 (469.821) ; ketela rambat = X_7 (169.663).

Sedang apabila ditanami tebu selama 1 tahun lebih. Dari ini berarti pendapatan petani selama 1 tahun yang dimaksimumkan Maksimumkan:

$$Z = 413.478X_1 + 404.680X_2 + 354.789X_3 + 330.992X_4 + 502.356X_5 + 469.821X_6 + 169.663X_7$$

Sebagai kendala yang utama adalah ketersediaan tanah setiap musim. Kedua ketersediaan tenaga kerja dan ketiga ketersediaan modal kerja, dalam penelitian ini diperhitungkan per medio bulan.

Kemudian perlu dihitung kebutuhan tenaga kerja untuk masing-masing kegiatan dan kebutuhan modal untuk masing-masing kegiatan (juga per medio bulan). Dari ini sudah bisa disusun secara lengkap.

8.	$147,9X_1 + 159,3X_5 + 87,4X_6$	$\leq 126,67$
9.	$153,2X_1$	$\leq 126,67$
10.	$46,5X_1$	$\leq 135,12$
11.	$164,3X_1$	$\leq 126,67$
12.	$142,9X_1$	$\leq 135,12$
13.	$66,5X_1$	$\leq 118,23$
14.	$41,9X_1$	$\leq 118,23$
15.	$39,5X_1$	$\leq 126,67$
16.	$247,4X_1 + 226,7X_2$	$\leq 135,12$
17.	$291,7X_2$	$\leq 126,67$
18.	$46,5X_2$	$\leq 126,67$
19.	$164,2X_2$	$\leq 126,67$
20.	$142,9X_2$	$\leq 135,12$
21.	$86,4X_2$	$\leq 126,67$
22.	$62,4X_2$	$\leq 126,67$
23.	$39,4X_2$	$\leq 126,67$
24.	$246,9X_2 + 186,9X_3 + 127,1X_4 + 205,2X_5 + 198,2X_6 + 165,1X_7$	$\leq 135,12$
25.	$160,6X_3 + 276,0X_4 + 213,1X_5 + 220,4X_6 + 330,2X_7$	$\leq 126,67$
26.	$118,4X_3 + 171,6X_4 + 437,6X_5 + 326,0X_6 + 254,0X_7$	$\leq 135,12$
27.	$56,2X_3 + 48,9X_4 + 292,3X_5 + 225,6X_6 + 3,7X_7$	$\leq 126,67$
28.	$25,1X_3 + 84,8X_4 + 187,4X_5 + 149,0X_6 + 3,7X_7$	$\leq 126,67$
29.	$17,1X_3 + 45,6X_4 + 129,0X_5 + 103,0X_6 + 3,7X_7$	$\leq 126,67$
30.	$126,4X_3 + 48,9X_4 + 200,6X_5 + 190,9X_6 + 3,7X_7$	$\leq 126,67$
31.	$18456X_1 + 3761X_3 + 12855X_4 + 9654X_5 + 8286X_6 + 9810X_7$	≤ 12155
32.	$32330X_1 + 2987X_5 + 2861X_6$	≤ 14260
33.	$27773X_1$	≤ 12740
34.	$16267X_1$	≤ 9670
35.	$9507X_1$	≤ 7867
36.	$6789X_1$	≤ 7142
37.	$2493X_1$	≤ 5996
38.	$917X_1$	≤ 5575
39.	$740X_1$	≤ 5528
40.	$17757X_1 + 37636X_2$	≤ 20109
41.	$30464X_2$	≤ 13458
42.	$22746X_2$	≤ 11399
43.	$23829X_2$	≤ 11688
44.	$6789X_2$	≤ 7142
45.	$4997X_2$	≤ 6664
46.	$1434X_2$	≤ 5713
47.	$740X_2$	≤ 5528
48.	$18316X_2 + 29581X_3 + 63631X_4 + 38246X_5 + 34269X_6 + 11667X_7$	≤ 20011
49.	$18340X_3 + 37332X_4 + 44286X_5 + 62938X_6 + 22572X_7$	≤ 15352
50.	$11788X_3 + 21967X_4 + 50941X_5 + 65351X_6 + 4761X_7$	≤ 14232
51.	$8551X_3 + 5466X_4 + 25580X_5 + 11493X_6 + 70X_7$	≤ 8041
52.	$914X_3 + 6017X_4 + 17188X_5 + 18785X_6 + 70X_7$	≤ 7632
53.	$470X_3 + 856X_4 + 2436X_5 + 3561X_6 + 70X_7$	≤ 5774
54.	$8355X_3 + 917X_4 + 3761X_5 + 5210X_6 + 70X_7$	≤ 6867
55.	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$ dan X_7 lebih besar atau sama dengan 0	

Kalau dilihat sepiantas pembatas nomor 1 sampai dengan nomor 3 merupakan luas lahan yang dimiliki petani pada musim hujan, musim kemarau I dan musim kemarau II. Pembatas nomor 4 sampai dengan nomor enam adalah ketersediaan tenaga ternak. Pembatas nomor 7 sampai dengan nomor 30 adalah ketersediaan tenaga kerja per modio bulan. Pembatas nomor 31 sampai dengan nomor 54 adalah ketersediaan modal per modio bulan.

Dari ketidaksamaan tersebut dapat diselesaikan dengan program linear, pendapatan yang paling optimum petani harus menanam tanaman apa, kemudian dapat dilakukan juga simulasi sesuai dengan yang diinginkan.

Misalnya tanaman tembakau jawa harus ada minimum berapa hektar maka tinggal menambah kendala bahwa X_6 harus lebih besar atau sama dengan luas yang diharapkan. Demikian juga apabila ingin menambah tanaman sesuatu tidak boleh lebih dari tertentu maka tinggal menambahkan bahwa tanaman tersebut harus tidak boleh melebihi pembatasnya. Demikian juga apabila pembatas ingin ditambah, misalnya modal maka tinggal pembatas modal dihilangkan. Sehingga dalam menggunakan metode linear programming pembuatan model sangat menentukan keberhasilan dalam membantu memecahkan permasalahan optimasi. Ada tiga komponen

yang harus diperhatikan yaitu : adanya tujuan yang akan dioptimalkan, adanya factor pembatas (kendala) dan adanya aktivitas produksi yang akan dicari kombinasi optimalnya.

Penelitian tentang optimasi pakan pada usahatani ternak sapi potong di Kecamatan Ngargoyoso Kabupaten Karanganyar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari biaya pakan yang paling murah dalam usaha ternak sapi potong di Kecamatan Ngargoyoso Kab. Karanganyar. Dalam hal ini meminimumkan biaya pakan dari komposisi pakan yang tersedia.

Pada saat penelitian

1. harga rumput (X_1) 1 kg Rp 40,-
2. harga jerami padi (X_2) 1kg Rp 50,-
3. harga jerami jagung (X_3) 1 kg Rp 75,-
4. ubi kayu (X_4) 1 kg Rp 265,-
5. ubi jalar (X_5) 1 kg Rp 275,-
6. harga bekatul (X_6) 1 kg Rp 450,-

Secara matematis program minimisasi biaya adalah:
Minimumkan

$$Z = 40X_1 + 50X_2 + 75X_3 + 265X_4 + 275X_5 + 450X_6$$

Kendala yang dipakai adalah ketersediaan/kandungan bahan kering, TDN, PRdd, Ca dan (dalam gram) dan P (dalam gram)

Tabel 1. Kandungan Bahan Pakan

Bahan Pakan	Bahan Kering	TDN	PRdd	Ca	P
	kg			g	
Rumput	0.30	0.1710	0.0153	0.87	0.08
Jerami Padi	0.60	0.3571	0.0144	126	48
Jerami Jagung	0.50	0.2455	0.0115	7.5	35
Ubi Kayu	0.2331	0.16923	0.00928	1.63	0.723
Ubi Jalar	0.31	0.0713	0.00093	0.96	0.093
Bekatul	0.86	0.602	0.0645	0.86	11.18

Sumber data : Analisis data sekunder

Setiap ekor sapi per hari membutuhkan bahan kering 6,1 kg, TDN 3,3 kg, PRdd 0,627 kg, Ca 14 gram dan P 13 gram.

Kendala bisa disusun sebagai berikut :

$$\begin{aligned} 7.0,3 X_1 + 0,6 X_2 + 0,5 X_3 + 0,2331 X_4 + 0,31 X_5 + 450 X_6 &\geq 6,1 \\ 8.0,171 X_1 + 0,3571 X_2 + 0,2455 X_3 + 0,16923 X_4 + 0,0713 X_5 + 0,602 X_6 &\geq 3,3 \\ 9.0,0153 X_1 + 0,0144 X_2 + 0,0115 X_3 + 0,00928 X_4 + 0,00093 X_5 + 0,602 X_6 &\geq 0,627 \\ 100,87 X_1 + 126 X_2 + 7,5 X_3 + 1,63 X_4 + 0,96 X_5 + 0,86 X_6 &\geq 14 \\ 11.0,08 X_1 + 48 X_2 + 35 X_3 + 0,723 X_4 + 0,093 X_5 + 11,18 X_6 &\geq 13 \\ 12. X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 \text{ dan } X_6 \text{ lebih besar atau sama dengan } 0 \end{aligned}$$

Dari formulasi tersebut dapat dilakukan atau dikembangkan simulasi berbagai kombinasi alternatif lain antara lain dapat dilakukan dengan merubah beberapa kendala yang ada. Apabila semua kendala dilakukan minimum biaya diperoleh dengan memberikan pakan rumput semua, namun hal ini tidak mungkin karena sapi tidak akan mampu makan rumput per hari 40,98 kg (selera makanpun juga tidak ada). Apabila rumput dibatasi maksimum 30 kg per hari/ekor, maka tambahannya 11,67 kg jerami padi.(namun selera makan juga kurang bahkan mungkin tidak habis)

Apabila rumput dibatasi 25 kg per hari/ekor, maka tambahannya 5 kg jerami padi dan 15 kg jerami jagung (disinipun nampaknya sapi yang kurang selera makannya)

Untuk menambah selera makan perlu ditambah bekatul 2 kg/hari/ekor, hal ini juga akan menambah biaya pakan

Demikian juga apabila perlu ditambah minimum 3 kg ketela pohon akan menambah biaya lagi,karena ketela pohon merupakan tambahan ransum pakan yang cukup mahal. Meskipun kandungan bahan pakan terpenuhi namun perlu juga diingat bahwa napsu makan

akan kurang seandainya hanya diberi rumput saja. Pada hal tambahan pendapatan yang memelihara sangat tergantung dari tambahan berat sapi yang dipelihara. Apabila napsu makan sapi kurang maka akan mempengaruhi tambahan berat juga kurang.

Penelitian tentang optimasi pemberian pakan pada usaha ternak sapi pedaging di Kecamatan Simo Kabupaten Boyolali. Tujuan utama agar keuntungan/ pendapatan peternak dapat besar, perlulah dicari ransum pakan dengan biaya yang murah. Sehingga tujuan utama adalah meminimumkan biaya pakan. Menurut Tilman, et all (1991) kebutuhan 1 ekor sapi/ hari memerlukan bahan kering 6,1 kg, TDN 3,3 kg, protein dapat dicerna 0,627 kg, Ca 14 gram dan P 13 gram. Dalam menyusun persamaan matematis perlu diketahui harga bahan pakannya.

1. Harga 1 kg rumput (X_1) Rp 150,-
 2. Harga 1 kg ketela pohon (X_2) Rp 375,-
 3. Harga 1 kg bekatul (X_3) Rp 700,-
- Fungsi tujuan minimalkan

$$Z = 150X_1 + 375X_2 + 700X_3$$

Tabel 2. Kandungan Bahan pada Setiap Pakan

Bahan Pakan (kg)	Bahan Kering	TDN	PRdd	Ca	P
	kg			g	
Rumput (X_1)	0.3	0.1710	0.02153	0.87	0.08
Ketela Pohon(X_2)	0.2331	0.16923	0.028	1.63	0.723
Bekatul (X_3)	0.86	0.602	0.0645	0.86	11.18

Sumber : Tillman, et all,1991)

Keterangan :

TDN : Total digestable Nutrion (nutrisi dapat dicerna)

PRdd : Protein dapat dicerna

Kendala dapat disusun :

4. $0,3X_1 + 0,2331X_2 + 0,86X_3 \geq 6,1$
5. $0,171X_1 + 0,16923X_2 + 0,602X_3 \geq 3,3$
6. $0,0153X_1 + 0,00928X_2 + 0,0645X_3 \geq 0,627$
7. $0,87X_1 + 1,63X_2 + 0,86X_3 \geq 14$
8. $0,08X_1 + 0,723X_2 + 11,18X_3 \geq 13$

Dari permasalahan yang disusun dapatlah dicari pemecahannya. Apabila semua kendala diberlakukan akan diperoleh biaya minimum pakan rumput sebesar 37,20 kg/ hari/ ekor dan bekatul sebanyak 0,89 kg/ hari/ ekor. Bahkan biasanya di desa rumput tidak membeli sehingga praktis hanya membeli bekatul saja. Kenyataan pemberian pakan seperti tersebut biasanya napsu makan sapi kurang, sehingga perlu ditambah dengan ketela pohon. Kalau pemberian pakan ini banyak sisa biasanya sapi sendiri juga kurang gemuk sehingga nilai jualnya juga tidak terlalu tinggi dan selanjutnya mengurangi pendapatan yang diterima petani. Pemberian rumput 37,2 kg/ ekor/ hari sebenarnya masih rasional karena menurut AAK (1983) pada umumnya sapi memerlukan rumput sebanyak 10% dari berat tubuhnya (25 sampai dengan 40 kg/ hari/ ekor). Dengan melakukan simulasi sesuai dengan keadaan senyatanya di lapang akan mengakibatkan keberhasilan atau aplikasinya sesuai dengan kondisi senyatanya. Sehingga kembali kepada pengertian semula bahwa linear programming hanya merupakan alat. Apabila ada perubahan hargapun asal model yang dipergunakan sudah tepat akan mudah melakukan perubahan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari artikel singkat ini dapatlah disimpulkan beberapa hal, antara lain :

- a. Problem optimasi akan mudah terjawab dengan menggunakan linear programming, baik problem maksimum maupun minimum.
- b. Pemecahan hubungan antara factor dengan factor, factor produksi dengan factor dan produk dengan produk, setelah dilakukan penyederhanaan permasalahan dapat dipecahkan dengan linear programming,

namun syarat utama yang harus dipenuhi apabila semua kendala dan obyektif nya berbentuk linear perubahannya.

- c. Tiga komponen kuantitatif harus ada yaitu : fungsi tujuan, factor-faktor pemas dari input yang tersedia, adanya aktivitas produksi yang akan dicari kombinasinya yang optimal untuk mencapai fungsi obyektif.

Saran

Terutama dalam penyusunan model matematikanya harus teliti, terutama dalam mengkuantitaskan permasalahan, dan dalam mengaplikasikan permasalahan harus sangat hati-hati dikarenakan program linear programming hanyalah merupakan alat bantu. Peran si pengambil keputusan sangat menentukan kegunaan pemecahan permasalahan yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- AAK. 1991. Petunjuk Beternak Sapi Potong dan Sapi Kerja. Kanisius. Yogyakarta.
- Anggorodi R. 1979. Ilmu Nutrisi Ternak Umum. PT. Gramedia. Jakarta
- Agrawal. R.C. and Earl O Heady. 1972. Operating Research Methods for Agricultural Devision. The IOWA State University Press, Ames. First Edition.
- Birowo At. 1979. Pembangunan Ekonomi yang berdasarkan Demokrasi Ekonomi. Agro Ekonomi hal 8-17.
- Darmono. 1993. Tatalaksana Usaha Sapi Kereman. Kanisius. Yogyakarta.

- Scott J.T. 1970. The Basic of Linear Programming and Their Use in Farm Management. Dept of Agricultural Economics. University of Illinois. Urbana Campaign.
- Sukanto S. 2001. Penelitian Hukum Normatif. PT.Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Sukartawi. 1992. Linear Programming. CV. Rajawali. Jakarta
- Subagyo P, Marwan Asri, T Hani Handoko . 1989. Dasar-dasar Operating Research.. BPFE. Yogyakarta.
- Supranto, J. 1988. Riset Operasi. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Taylor.. 1995. Introduction to Management Science. Prentise Hill. New York.
- Weston, J.F. Brigham, E. F. 1993. Essentials of Managerial Finance. The Dryden Press. Harcourt Brace College Publisher. New York.