

**PENERAPAN PROGRAM LINIER DALAM
MENGOPTIMALKAN KEBUTUHAN GIZI HARIAN
DENGAN BIAYA MINIMUM**

SKRIPSI

oleh:
SARCE MANGISU
0210940038-94



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2008**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**PENERAPAN PROGRAM LINIER DALAM
MENGOPTIMALKAN KEBUTUHAN GIZI HARIAN
DENGAN BIAYA MINIMUM**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Matematika

oleh:
SARCE MANGISU
0210940038-94



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2008**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PENERAPAN PROGRAM LINIER DALAM
MENGOPTIMALKAN KEBUTUHAN GIZI HARIAN
DENGAN BIAYA MINIMUM**

Oleh:
SARCE MANGISU
0210940038-94

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal 18 Juni 2008
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Matematika

Telah diperiksa dan disahkan oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

Drs. Marsudi, MS
NIP. 131 759 585

Drs. Hery Subagio, M.Kes
NIP. 131 281 896

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Dr. Agus Suryanto, MSc.
NIP. 132 126 049

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sarce Mangisu
NIM : 0210940038-94
Jurusan : Matematika
Penulisan skripsi berjudul : Penerapan Program Linier dalam Mengoptimalkan Kebutuhan Gizi Harian dengan Biaya Minimum

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam skripsi ini.
2. Apabila di kemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala risiko.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan segala kesadaran.

Malang, 18 Juni 2008

Yang menyatakan,

Sarce Mangisu

NIM. 0210940038-94

PENERAPAN PROGRAM LINIER DALAM MENGOPTIMALKAN KEBUTUHAN GIZI HARIAN DENGAN BIAYA MINIMUM

ABSTRAK

Manusia membutuhkan bahan pangan untuk memenuhi kebutuhan akan zat gizi bagi tubuhnya. Namun demikian, kecukupan gizi menjadi hal yang sulit didapat oleh sebagian orang karena masalah ekonomi. Tujuan penulisan ini adalah untuk membentuk model program linier yang memenuhi kebutuhan gizi harian dan menghitung jumlah bahan makanan yang dikonsumsi dengan mengeluarkan biaya minimum. Solusi optimal untuk setiap model program linier menggambarkan syarat kecukupan gizi yang dibutuhkan, yang diperoleh dari fungsi tujuan dan kendala-kendalanya. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pria dewasa dengan berat badan normal akan membutuhkan biaya sebesar enam ribu tiga ratus rupiah untuk kecukupan gizi dalam sehari, sedangkan pada wanita dewasa dengan berat badan normal akan membutuhkan biaya yang lebih murah yaitu lima ribu rupiah per hari.

Kata kunci : Zat gizi, Model program linier, Kebutuhan gizi harian.



APPLICATION OF LINEAR PROGRAM IN OPTIMALIZING DAILY NUTRIENT NEED WITH MINIMUM COST

ABSTRACT

People need foods to provide their need of nutrient for their bodies. But, standardized nutrient requirement would be difficult to reached by some people because of financial matters. The objective of this thesis is to make linear program model which accomplish the daily nutrient need and to count the amount of foods consumated with minimum cost expense. The optimal solution to any linear program model will reflect standardized nutrient requirement that are captured by the objective function and constraints. The calculation result show that adult man with normal weight will need six thousand three hundred rupiah for his daily nutrient sufficiency. On the other side, adult woman with moderate activity will need less expense which is five thousand rupiah for a day.

Keywords : Nutrient, Linear program model, The daily nutrient need.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus, yang telah melimpahkan berkat, rahmat dan hikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan ini dengan baik.

Dalam penyusunan Skripsi dengan judul “Penerapan Program Linier dalam Mengoptimalkan Kebutuhan Gizi Harian dengan Biaya Minimum” banyak pihak yang telah membantu. Oleh karena itu, penulis mengucapkan rasa hormat dan terima kasih kepada :

1. Drs.Marsudi, MS, selaku Dosen Pembimbing I dan Drs.Hery Subagio, M.Kes selaku Dosen Pembimbing II atas dorongan, semangat, bimbingan dan waktu yang telah diberikan selama penyusunan skripsi ini.
2. Dr. Agus Suryanto, M.Sc selaku ketua Jurusan Matematika.
3. Dr. Wuryansari M.K., M.Si selaku ketua program studi Matematika.
4. Drs. Noor Hidayat, MSi, Dr. Marjono, M.Phil dan Prof.Dr. Agus Widodo, M.Kes selaku dosen penguji.
5. Orang tua dan saudara-saudaraku atas kasih sayang, doa dan dukungannya.
6. Seluruh dosen serta karyawan Tata Usaha Jurusan Matematika.
7. K’Ita, Nia dan saudara-saudara rohani baik di KTB, PMK Philadelphia, GRII maupun di GKI Bromo.
8. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan selama penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan mengingat keterbatasan kemampuan penulis. Untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi perbaikan penulisan yang lainnya. Semoga tulisan ini bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan semua pihak yang membutuhkan pada umumnya. *Soli Deo Gloria.*

Malang, Juni 2008

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Asumsi	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Rumusan Masalah	2
1.5. Tujuan Penelitian.....	3
1.6. Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Matriks.....	5
2.2. Program Linier.....	6
2.2.1. Pengertian Program Linier	6
2.2.2. Kelebihan dan Kelemahan Program Linier	6
2.2.3. Formulasi Model Program Linier	7
2.2.4. Asumsi Dasar Program Linier	9
2.2.5. Metode Simpleks	9
2.2.6. Analisis Sensitivitas.....	12
2.3. Komponen Gizi Pangan : Zat Gizi dan Sumber Pangannya	12
2.4. Dasar Ilmiah Perlunya Pedoman Gizi Seimbang.....	13
2.5. Pola Makanan Sehat Untuk Orang Dewasa	14
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Sumber Data	17
3.2. Analisis Data	17

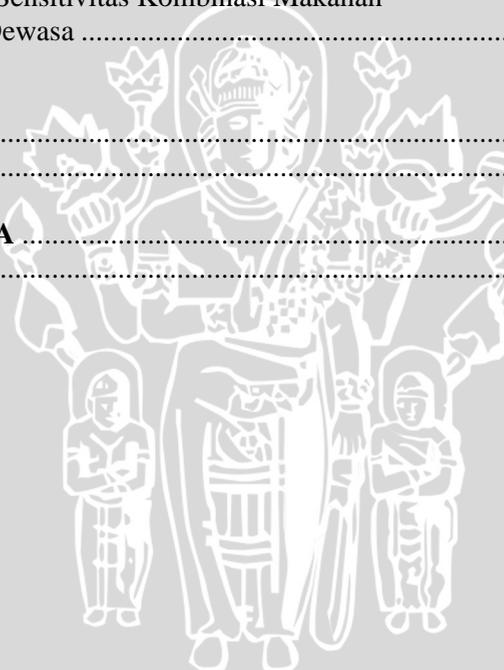
BAB IV PEMBAHASAN

4.1.	Formulasi Model Program Linier Dalam Gizi Makanan	21
4.1.1.	Model Kombinasi Makanan Untuk Pria Dewasa.....	22
4.1.2.	Model Kombinasi Makanan Untuk Wanita Dewasa.....	27
4.2.	Pengolahan Data	30
4.2.1.	Kombinasi Makanan Untuk Pria Dewasa	30
4.2.2.	Kombinasi Makanan Untuk Wanita Dewasa	33
4.3.	Analisis Sensitivitas (Perubahan Koefisien Fungsi Tujuan).....	37
4.3.1.	Analisis Sensitivitas Kombinasi Makanan Pria Dewasa.....	37
4.3.2.	Analisis Sensitivitas Kombinasi Makanan Wanita Dewasa	39

BAB V PENUTUP

5.1.	Kesimpulan	41
5.2.	Saran	41

DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	45



DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 3.1. Flowchart metode simpleks19

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1. Format Tabel Metode Simpleks.....	11
Tabel 2.2. Pola Menu Sehari berdasarkan kandungan energi	15
Tabel 4.1. Biaya Bahan Makanan (Kasus Satu).....	22
Tabel 4.2. Biaya Bahan Makanan (Kasus Dua)	24
Tabel 4.3. Biaya Bahan Makanan (Kasus Tiga).....	26



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Anjuran Menu Sehari untuk Orang Dewasa Menurut Golongan Umur	45
Lampiran 2. Daftar Harga Bahan Makanan	46
Lampiran 3. Komposisi Bahan Makanan (per 100 gr).....	47
Lampiran 4. Komposisi Bahan Makanan (yang digunakan).....	48
Lampiran 5. Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan	49
Lampiran 6. Hasil Output Kasus Satu untuk Pria Dewasa	50
Lampiran 7. Hasil Output Kasus Dua untuk Pria Dewasa	51
Lampiran 8. Hasil Output Kasus Tiga untuk Pria Dewasa	52
Lampiran 9. Hasil Output Kasus Satu untuk Wanita Dewasa.....	53
Lampiran 10. Hasil Output Kasus Dua untuk Wanita Dewasa.....	54
Lampiran 11. Hasil Output Kasus Satu untuk Wanita Dewasa.....	55



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pangan dan gizi adalah dua gabungan kata yang sulit dipisahkan, karena berbicara tentang gizi haruslah menyangkut pangan dan bahan makanan. Manusia membutuhkan bahan pangan baik yang berasal dari tumbuhan (nabati) maupun hewan untuk memenuhi kebutuhan akan zat gizi. Dari zat gizi inilah dihasilkan sumber tenaga (energi) bagi tubuh. Zat gizi juga berfungsi untuk mengatur proses metabolisme dan untuk memperbaiki jaringan tubuh yang telah rusak. Jadi untuk mempertahankan keberlangsungan hidup manusia, maka manusia harus makan dalam jumlah yang cukup dan memenuhi gizi.

Di Indonesia, masyarakat dapat dibedakan menjadi dua kelompok berdasarkan pemenuhan bahan pangan rumah tangga, yaitu kelompok masyarakat yang berkecukupan dan kelompok masyarakat yang cukup sulit kehidupannya. Pada kelompok yang pertama, pemenuhan gizi dapat terjamin. Namun demikian, konsumsi makanan juga perlu dibatasi sehingga tidak berlebihan dan mengakibatkan gangguan kesehatan. Sementara pada kelompok masyarakat yang kehidupannya sulit, masalah utama yang akan dihadapi oleh kelompok ini adalah bagaimana cara menunjang kehidupan mereka dengan sebaik-baiknya dengan daya beli yang terbatas.

Menurut Damayanti (2007) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat ketahanan pangan rumah tangga adalah kemampuan keluarga membeli pangan untuk memenuhi kebutuhan gizi. Data Dewan Ketahanan Pangan Nasional menunjukkan bahwa sebagian besar anggota masyarakat mengalami kekurangan energi dan protein. Pada tahun 2003 yang lalu, kelompok masyarakat yang mengkonsumsi energi 1.322-1.998 kal/kapita/hari adalah sebesar 127,9 juta jiwa atau 60% dari total penduduk Indonesia saat itu, sementara data kekurangan proteinnya sebesar 81,5 juta jiwa, turun dari 92,2 juta jiwa pada tahun 2002.

Program linier sebagai suatu teknik analisis kuantitatif, merupakan model matematika yang dapat diterapkan dalam pengambilan keputusan yang berhubungan dengan keterbatasan

sumber daya demi mencapai tujuan terbaik yang telah ditentukan. Dalam problem kandungan gizi dari sejumlah makanan yang berbeda-beda ini, program linier juga dapat digunakan untuk mencapai nilai optimumnya, yakni memenuhi persyaratan gizi harian dengan biaya minimum dengan menggunakan metode simpleks. Penyelesaian dari masalah ini dikerjakan dengan software *QM for Windows*.

1.2. Asumsi

Dalam skripsi ini, asumsi yang digunakan adalah kandungan gizi masing-masing jenis makanan tetap dan harga jenis makanan tidak berfluktuasi.

1.3 Batasan Masalah

1. Penelitian dibatasi pada kebutuhan gizi pria dan wanita dewasa (20-45 tahun) dengan berat badan normal.
2. Angka Kecukupan Gizi yang dianjurkan Departemen Kesehatan dan LIPI menjadi batasan kebutuhan gizi.
3. Menu disajikan dalam sehari dan dibatasi pada tiga kasus kombinasi makanan, yaitu :
 - beras, ikan kembung, tempe, kacang panjang, pisang, minyak goreng dan singkong
 - beras, ayam, tempe, kacang panjang, pepaya, santan dan minyak goreng
 - beras, telur ayam, tahu, kangkung, pisang, jagung dan minyak goreng

1.4. Rumusan Masalah

1. Bagaimana membentuk formulasi suatu model pemrograman linier yang dapat dipakai untuk memenuhi persyaratan gizi harian dengan biaya minimum?
2. Bagaimana menghitung jumlah bahan makanan yang dikonsumsi untuk memenuhi persyaratan gizi harian dengan biaya minimum?
3. Bagaimana penggunaan Analisis Sensitivitas dari program linier untuk memenuhi persyaratan gizi harian dengan biaya minimum?

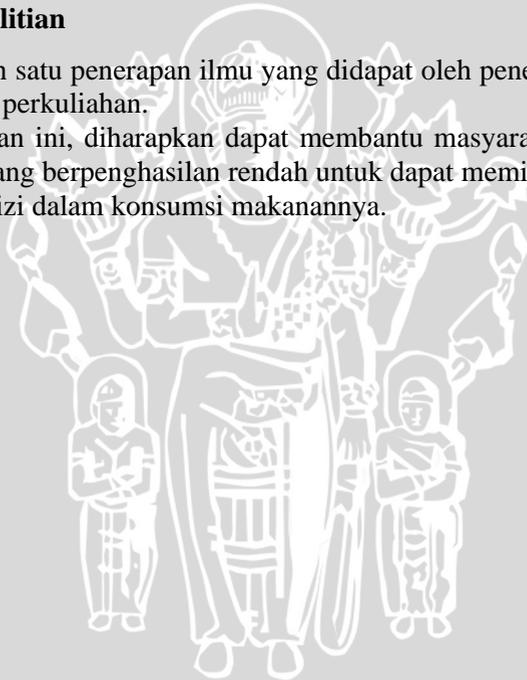
1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Membentuk formulasi suatu model pemrograman linier yang dapat dipakai untuk memenuhi persyaratan gizi harian dengan biaya minimum.
2. Menghitung jumlah bahan makanan yang dikonsumsi untuk memenuhi persyaratan gizi harian dengan biaya minimum
3. Menggunakan Analisis Sensitivitas dari program linier untuk memenuhi persyaratan gizi harian dengan biaya minimum.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Sebagai salah satu penerapan ilmu yang didapat oleh peneliti selama masa perkuliahan.
2. Dari penelitian ini, diharapkan dapat membantu masyarakat khususnya yang berpenghasilan rendah untuk dapat memiliki kecukupan gizi dalam konsumsi makanannya.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Matriks.

Definisi 2.1.1 sampai dengan **2.1.3** merupakan definisi yang berkaitan dengan matriks, menurut Sutawidjaja dan Sudirman (2005).

Definisi 2.1.1.

Matriks adalah suatu susunan bilangan yang berbentuk persegi atau persegi panjang, dan dinyatakan dengan huruf besar sedangkan unsur-unsurnya dinyatakan dengan huruf kecil.

Contoh : Diberikan matriks A sebagai berikut :

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & & & \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

Jika matriks A terdiri atas m baris dan n kolom, maka dikatakan A berukuran $m \times n$ dan ditulis $A_{m \times n}$. Suatu matriks yang jumlah kolomnya sama dengan jumlah barisnya disebut matriks bujursangkar atau kuadrat, dan dinotasikan dengan $A_{n \times n}$.

Definisi 2.1.2.

Jumlah dua buah matriks A dan B yang berukuran $m \times n$ adalah matriks C yang berukuran $m \times n$ dan mempunyai unsur

$$c_{ij} = a_{ij} + b_{ij}$$

Sifat-sifat penjumlahan matriks :

(a) Komutatif

$$A + B = B + A$$

(b) Asosiatif

$$A + (B + C) = (A + B) + C$$

Definisi 2.1.3.

Hasil perkalian dua buah matriks $A_{m \times n}$ dan $B_{n \times p}$ adalah matriks $C_{m \times p}$ yang unsur baris ke- i dan kolom ke- j nya adalah :

$$C_{ij} = \sum_{k=1}^n a_{ik} b_{kj}$$

Sifat-sifat perkalian matriks :

(a) Asosiatif

$$A(BC) = (AB)C$$

(b) Distributif terhadap penjumlahan

$$A(B + C) = AB + AC$$

2.2. Program Linier.

2.2.1 Pengertian Program Linier.

Menurut Subagyo,dkk (1985), program linier merupakan perencanaan kegiatan-kegiatan untuk mencapai suatu hasil yang optimal, yaitu hasil yang mencerminkan tercapainya sasaran tertentu yang paling baik (menurut model matematis) diantara alternatif-alternatif yang mungkin, dengan menggunakan fungsi linier. Sementara itu, Supranto (1983) mengartikan pemrograman linier sebagai suatu persoalan untuk menentukan besarnya masing-masing nilai variabel sedemikian rupa sehingga nilai fungsi tujuan (*objective function*) yang linier menjadi optimum (maksimum atau minimum) dengan memperhatikan pembatasan-pembatasan yang ada yaitu pembatasan mengenai inputnya. Pembatasan-pembatasan inipun harus dinyatakan dalam ketidaksamaan yang linier.

2.2.2 Kelebihan dan kelemahan Program Linier.

Didalam penggunaannya, program linier mempunyai beberapa kelebihan, diantaranya:

- 1) Mudah dilaksanakan, terutama jika menggunakan alat bantu komputer;
- 2) Dapat menggunakan banyak variabel, sehingga berbagai kemungkinan untuk memperoleh pemanfaatan sumber daya yang optimum dapat dicapai;
- 3) Fungsi tujuan (*objective function*) dapat disesuaikan dengan tujuan penelitian atau berdasarkan data yang tersedia.

Kelemahan dari program linier adalah bila alat bantu komputer tidak tersedia, maka program linier yang menggunakan banyak variabel akan kesulitan dalam analisisnya. Kelemahan lain yaitu penggunaan asumsi linearitas yang terkadang tidak sesuai dengan kenyataan (Soekartawi,1992).

2.2.3 Formulasi Model Program Linier.

Didalam menyusun model program linier, langkah-langkah yang dilakukan adalah mengidentifikasi masalah, menetapkan tujuan dan membentuk formulasi model matematik yang meliputi tiga tahap, yakni:

1. Menentukan variabel keputusan.
2. Membentuk fungsi tujuan yang ditunjukkan sebagai suatu hubungan linier dari variabel keputusan.
3. Menentukan semua kendala masalah tersebut dan mengekspresikan dalam persamaan atau pertidaksamaan, yang juga merupakan hubungan linier dari variabel keputusan yang mencerminkan keterbatasan sumber daya masalah itu.

Bentuk umum model program linier adalah:

Optimumkan (maksimumkan atau minimumkan):

$$Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j, \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, n$$

dengan kendala :

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j (\leq, = \text{ atau } \geq) b_i, \\ \text{untuk } i = 1, 2, \dots, m$$

dan $x_j \geq 0$

dimana:

x_j : banyaknya kegiatan j, dengan n variabel keputusan.

Z : nilai fungsi tujuan.

c_j : sumbangan perunit kegiatan j,

untuk masalah maksimasi c_j menunjukkan keuntungan

atau penerimaan per unit, sementara dalam kasus minimasi menunjukkan biaya per unit.

b_i : jumlah sumber daya ke i ($i = 1, 2, \dots, m$),
untuk m jenis sumber daya.

a_i : banyaknya sumber daya i yang dikonsumsi sumber daya j .

Misalkan persoalan program linier sebagai berikut:

Fungsi tujuan

$$\text{Minimumkan } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

Fungsi kendala atau batasan

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \geq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \geq b_2$$

⋮

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \geq b_m$$

$$\text{dan } x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0, 1 \leq i \leq n$$

Adapun bentuk baku yang diperoleh dari persoalan program linier di atas adalah sebagai berikut:

Fungsi tujuan

$$\text{Minimumkan } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

Fungsi kendala atau batasan

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n - S_1 + R_1 = b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n - S_2 + R_2 = b_2$$

⋮

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n - S_{n+j} + R_{n+m+j} = b_m$$

$$\text{dan } x_i \geq 0, 1 \leq i \leq n; S_{n+j} \geq 0; 1 \leq j \leq m; R_{n+m+j} \geq 0$$

Dimana S_{n+j} adalah *variabel surplus* yang menunjukkan suatu kelebihan sumber daya di atas keperluannya dan R_{n+m+j} sebagai *artificial variable* yang digunakan dalam penyelesaian masalah (Mulyono, 1991).

2.2.4 Asumsi dasar Program Linier.

Menurut Hiller dan Lieberman (1990) beberapa asumsi yang melandasi program linier yaitu :

1. *Linearitas* berarti bahwa semua fungsi matematis pada model program linier harus merupakan fungsi-fungsi linier.
2. *Proporsionalitas* berarti bahwa tingkat perubahan atau kecondongan fungsi adalah konstan. Oleh karena itu, perubahan dari ukuran tertentu pada nilai variabel keputusan (x_j) akan menghasilkan perubahan yang relatif sama pada nilai fungsi (Z).
3. *Aditivitas* berarti bahwa untuk setiap fungsi, nilai fungsi total dapat diperoleh dengan menjumlahkan kontribusi-kontribusi individual (untuk fungsi tujuan dan untuk suatu fungsi kendala) dari masing-masing kegiatan.
4. *Divisibilitas* berarti bahwa unit-unit kegiatan dapat dibagi kedalam bagian sekecil-kecilnya, sehingga nilai-nilai variabel keputusan tidak harus integer (hanya 0 dan 1 atau bilangan bulat) tetapi diperbolehkan non integer (misalnya 875.38;58.0;21).
5. *Deterministik* berarti bahwa semua parameter pada model program linier (yaitu nilai-nilai C_j , a_{ij} dan b_j) konstan dan diketahui atau ditentukan secara pasti.

2.2.5 Metode Simpleks.

Untuk menyelesaikan program linier yang melibatkan dua variabel keputusan dapat menggunakan prosedur solusi grafik. Namun banyak masalah pemrograman linier yang terlalu besar untuk diselesaikan secara grafik dan perlu digunakan prosedur solusi aljabar. Prosedur solusi aljabar yang paling banyak digunakan untuk masalah pemrograman linier disebut metode simpleks, yang dikembangkan oleh George Dantzig pada tahun 1947 (Mulyono,1991).

Metode simpleks merupakan suatu proses dimana suatu prosedur sistematis diulang-ulang (iterasi) sampai hasil yang diinginkan tercapai. Oleh karena itu, metode ini mengganti satu masalah yang sulit dengan serangkaian masalah yang mudah.

Bentuk baku yang sudah umum digunakan dalam program linier disebut bentuk standar yang memiliki karakteristik sebagai berikut :

1. Nilai ruas kanan setiap kendala non negatif. Apabila nilai ruas kanan kendala negatif, dapat diubah menjadi positif dengan cara mengalikan minus satu (-1). Misalkan $2x_1 + 3x_2 = -30$, dapat diubah menjadi $-2x_1 - 3x_2 = 30$.
2. Semua kendala berbentuk persamaan, kecuali kendala non negatif. Apabila kendala berbentuk lebih kecil sama dengan (\leq) dapat diubah menjadi persamaan dengan cara menambahkannya dengan *slack variabel*. Misalkan kendala berbentuk $2x_1 + 3x_2 = 60$ dapat diubah persamaan menjadi $2x_1 + 3x_2 + S_1 = 60$. Apabila kendala berbentuk lebih besar sama dengan (\geq) dapat diubah menjadi persamaan dengan cara mengurangkan *surplus variabel*. Misalkan kendala berbentuk $2x_1 + 3x_2 = 30$, dapat diubah persamaan menjadi $2x_1 + 3x_2 - S_2 = 30$.
3. Semua nilai variabel keputusan non negatif.
4. Fungsi tujuan berbentuk maksimum. Bila fungsi tujuan berbentuk minimum, dapat diubah menjadi bentuk maksimum dengan cara mengalikan minus satu (-1). Misalkan,
 $Z_{min} = 40x_1 + 30x_2$, dapat diubah maksimum menjadi
 $-Z_{maks} = -40x_1 - 30x_2$.

Sebagai gambaran, bentuk standar dari program linier diatas yaitu :

$$Z_{maks} = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

dengan kendala

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1j}x_j + S_1 = b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2j}x_j + S_2 = b_2$$

⋮

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{ij}x_j + S_i = b_m$$

Apabila bentuk standar tersebut dimasukkan dalam tabel, akan diperoleh bentuk umum tabel simpleks seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.1 berikut ini:

Tabel 2.1 Format Tabel Metode Simpleks

		c_j	c_1	c_2	...	c_n		
i	\bar{c}_i	x_j x_i	x_1	x_2	...	x_n	b_i	$?_i$
1	\bar{c}_1	\bar{x}_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}	b_1	$?_1$
2	\bar{c}_2	\bar{x}_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}	b_2	$?_2$
.
.
.
m	c_m	\bar{x}_m	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mn}	b_m	$?_m$
		z_j	z_1	z_2	...	z_n	z	
		$z_j - c_j$	$z_1 - c_1$	$z_2 - c_2$...	$z_n - c_n$		

(Sumber : Sutawijaya, A dan Sudirman, 2005).

Keterangan :

x_j = Peubah-peubah lengkap

a_{ij} = Koefisien teknis

b_i = Suku tetap (tidak negatif)

c_j = Koefisien fungsi tujuan

\bar{x}_i = Peubah yang menjadi basis dalam tabel yang dituju

\bar{c}_i = Koefisien fungsi tujuan milik peubah basis x

$$z_j = \sum_{i=1}^m \bar{c}_i a_{ij}$$

$$z = \sum_{i=1}^m \bar{c}_i b_i$$

$$\theta_i = \frac{b_i}{a_{ij}}, \text{ dimana } a_{ij} > 0,$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

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

2.2.6 Analisis Sensitivitas.

Solusi optimum masalah program linier didasarkan pada nilai koefisien fungsi tujuan maupun kemampuan penyediaan sumber daya, yang dapat diketahui dengan pasti. Dalam kenyataannya nilai koefisien fungsi tujuan maupun kemampuan penyediaan sumber daya memungkinkan untuk mengalami perubahan di masa yang akan datang.

Setiap perubahan pada koefisien fungsi tujuan, koefisien kendala, kapasitas kendala, penambahan kegiatan baru maupun penambahan kendala baru akan mengubah persoalan program linier dan pada akhirnya akan mempengaruhi solusi optimum. Hal ini disebut analisis sensitivitas (*sensitivity analysis*). Analisa ini dilakukan setelah solusi optimum dari masalah program linier ditemukan, oleh karena itu disebut *post optimality analysis*.

Informasi yang sangat diperlukan dalam analisis sensitivitas dengan metode simpleks adalah tabel optimum simpleks. Dengan memanfaatkan tabel optimum simpleks, maka tidak perlu dilakukan perhitungan kembali dari awal sehubungan dengan adanya perubahan data. Analisis sensitivitas berusaha menjawab seberapa jauh perubahan data diijinkan tanpa mengubah solusi optimum atau menghitung solusi baru dari awal (Yamit,2003).

2.3. Komponen Gizi Pangan: Zat Gizi dan Sumber Pangannya.

Kata "gizi" berasal dari bahasa Arab "ghidza" yang berarti makanan. Menurut dialek Mesir, ghidza dibaca ghizi. Istilah "gizi" di Indonesia baru dikenal sekitar tahun 1952 – 1955 sebagai terjemahan kata bahasa Inggris *nutrition*. Selain itu sebagian orang menerjemahkan *nutrition* dengan mengejanya sebagai "nutrisi". Terjemahan ini terdapat dalam kamus umum bahasa Indonesia karangan Badudu Zain tahun 1994 (Soekirman,2000).

Sementara itu, pangan adalah bahan-bahan yang dimakan sehari-hari untuk memenuhi kebutuhan energi bagi pemeliharaan, pertumbuhan, kerja dan pengganti jaringan tubuh yang rusak. Pangan juga dapat diartikan sebagai bahan sumber gizi (Budiyanto,2004).

Manusia mendapat zat gizi atau nutrien dalam bentuk makanan yang berasal dari hewan (hewani) dan tumbuh-tumbuhan (nabati). Zat gizi tersebut adalah karbohidrat, protein dan lemak yang disebut sebagai zat gizi makro serta vitamin dan mineral yang disebut

dengan zat gizi mikro. Zat gizi makro diperlukan tubuh dalam jumlah yang lebih besar daripada zat gizi mikro. Disamping itu, untuk memperlancar proses metabolisme dalam tubuh diperlukan air dan serat. Tubuh manusia membutuhkan aneka ragam makanan untuk memenuhi semua zat gizi tersebut.

Komposisi energi dan zat gizi setiap pangan tidak sama. Selain itu, pangan tidak mengandung semua zat gizi secara lengkap. Beberapa pangan mengandung karbohidrat dalam jumlah yang besar sehingga disebut sebagai pangan sumber karbohidrat. Misalnya, jenis umbi-umbian, sereal dan beberapa buah-buahan, seperti pisang, pepaya dan mangga. Pangan yang lain adalah pangan sumber protein dan pangan sumber lemak. Protein nabati banyak terdapat dalam jenis kacang-kacangan, sedangkan protein hewani terdapat dalam telur, ikan dan daging. Sejumlah besar lemak terdapat dalam minyak, daging, margarin dan mentega.

Pada pangan seperti beras, kacang, tempe, tahu dan gula tidak mengandung vitamin C. Sebaliknya, bebuahan seperti jambu biji, pepaya, jeruk nipis, nenas, sukun tua dan srikaya banyak mengandung vitamin C. Beras, jagung, jenis kacang, biji-bijian, jenis umbian dan berbagai jenis ikan mengandung mineral fosfor lebih banyak daripada sayuran dan bebuahan (Tejasari,2005).

2.4. Dasar Ilmiah Perlunya Pedoman Gizi Seimbang.

Beberapa alasan mengapa diperlukan adanya pedoman gizi seimbang yaitu:

- 1) Manusia memerlukan zat gizi untuk hidup, tumbuh, bergerak dan memelihara kesehatan. Kebutuhan akan zat gizi tidak sama bagi semua orang, melainkan bergantung pada banyak hal, diantaranya: umur, jenis kelamin dan pekerjaan. Keseimbangan jumlah dan jenis zat gizi yang dibutuhkan berbagai kelompok orang ditetapkan oleh kelompok pakar dalam suatu daftar yang dikenal sebagai Angka Kecukupan Gizi yang dianjurkan (disingkat AKG). AKG adalah tingkat konsumsi zat-zat gizi esensial yang memenuhi kebutuhan gizi hampir semua orang sehat di suatu Negara.

AKG digunakan sebagai standar untuk mencapai status gizi optimal bagi penduduk dalam hal penyediaan pangan secara nasional dan regional serta penilaian kecukupan gizi penduduk golongan masyarakat tertentu yang diperoleh dari

konsumsi makanannya. Status gizi atau keadaan tubuh sebagai akibat konsumsi makanan dan penggunaan zat-zat gizi dikatakan baik atau optimal yaitu bila tubuh memperoleh cukup zat-zat gizi yang digunakan secara efisien, sehingga memungkinkan pertumbuhan fisik, perkembangan otak, kemampuan kerja dan kesehatan secara umum pada tingkat setinggi mungkin. Untuk Indonesia, AKG ditetapkan setiap lima tahun sekali oleh sekelompok pakar dalam Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi LIPI. (Almatsier, 2004).

- 2) Manusia makan makanan; bukan makan zat gizi. Oleh karena itu AKG diterjemahkan ke dalam bentuk pangan bahan mentah atau makanan (siap saji) dengan menerapkan ilmu pengetahuan gizi untuk keperluan sehari-hari.
- 3) Dalam menyusun Pedoman Gizi Seimbang (PGS) tidak hanya memperhatikan zat gizi untuk memenuhi AKG tetapi juga mempertimbangkan fungsi yang lebih luas, seperti meningkatkan kesehatan dan mencegah penyakit.
- 4) Gizi seimbang memerlukan keanekaragaman makanan oleh karena tidak ada satu jenis makanan yang mengandung semua zat gizi yang dibutuhkan manusia, kecuali ASI untuk bayi sampai usia empat bulan.
- 5) Makan dan pola makan mengandung aspek budaya, etnik, agama, sosial dan ekonomi. Karena itu, untuk kenikmatan, kesantiaian, nilai-nilai, tabu, halal, dan sebagainya juga terkait dalam keseimbangan pola makan.
- 6) Kemajuan teknologi komunikasi memberikan peluang lebih besar untuk menyusun strategi pendidikan gizi yang lebih efektif (Soekirman, 2000).

2.5. Pola Makanan Sehari Untuk Orang Dewasa.

Penyusunan menu sehari yang seimbang untuk orang dewasa menurut golongan umur dapat dilihat pada Lampiran 1. Pola ini dianjurkan kepada orang sehat dengan berat badan normal dan aktivitas kerja sedang, yaitu orang yang 25% waktunya dalam sehari digunakan untuk duduk/ berdiri dan 75% waktunya dipakai untuk aktivitas pekerjaan tertentu seperti menulis, membaca, dan lain sebagainya. Pada Tabel 2.2 berikut ditunjukkan pola menu sehari berdasarkan kandungan energi.

Tabel 2.2 Pola menu sehari berdasarkan kandungan energi

No	Golongan Bahan Makanan	Kandungan Energi (Kkal)						
		1500	1700	2000	2200	2500	2800	3000
1.	Beras	150	200	250	300	350	400	450
2.	Daging	150	150	150	150	150	200	200
3.	Tempe	150	150	150	150	150	150	150
4.	Sayur	200	200	200	250	250	250	250
5.	Buah	300	300	300	200	200	200	200
6.	Minyak	20	20	30	30	40	40	40

Keterangan: satuan dalam gram

(Almatsier,2004)



BAB III METODOLOGI

3.1. Sumber Data

Metode dalam mengumpulkan data sebagai informasi pendukung adalah studi literatur, yaitu mempelajari teori-teori yang berkaitan dengan konsep pemrograman linier dan ilmu gizi.

Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer yang ditunjukkan dalam Lampiran 2, diperoleh langsung dari survey harga bahan makanan saat ini (15 maret-15 mei 2008) di Pasar Mergan Malang. Sedangkan data sekunder berupa Daftar Komposisi Bahan Makanan dan Angka Kecukupan Gizi seperti yang ditunjukkan pada Lampiran 3 dan 4, diambil dari buku *Dasar-Dasar Ilmu Gizi* karangan Budiyo (2004) dan *Panduan Gizi Lengkap Keluarga dan Olahragawan* karangan Irianto (2007).

3.2. Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan akan dianalisa menggunakan metode simpleks sesuai dengan kendala-kendala yang dihadapi dan tujuan yang akan dicapai. Asumsi yang digunakan pada pembuatan modelnya adalah kandungan gizi masing-masing bahan tetap dan harga bahan makanan tidak berfluktuasi. Adapun langkah-langkah analisa tersebut diantaranya:

- 1) Menyusun fungsi tujuan, yakni meminimumkan biaya pengeluaran untuk pembelian makanan dengan kandungan gizi yang tetap memenuhi syarat kesehatan.

$$\text{Minimasi } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + c_4x_4 + c_5x_5 + c_6x_6 + c_7x_7$$

- 2) Menyusun fungsi kendala atau batasan variabel dan parameter model yang akan digunakan.

Fungsi kendala atau batasan :

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \geq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \geq b_2$$

⋮

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \geq b_m$$

$$\text{dan } x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0, 1 \leq i \leq n$$

dimana:

x_i = jumlah bahan makanan i , $i = 1,2,3,4,5,6,7$

a_i = koefisien dari x_i , yaitu nilai gizi dari bahan makanan i .

b_i = jumlah kecukupan gizi bahan makanan i yang dibutuhkan orang dewasa.

- 3) Membuat standar fungsi kendala, yakni dengan menambahkan variabel *slack*, *surplus* dan *artifisial* ke dalamnya.
- 4) Melakukan iterasi dengan menggunakan metode simpleks.
- 5) Mendapatkan solusi optimal.

Dalam menyelesaikan masalah pengoptimalan kandungan gizi yang dikonsumsi dengan biaya minimum ini, penulis menggunakan software *QM for Windows*.



BAB IV PEMBAHASAN

Pangan merupakan salah satu kebutuhan pokok yang dibutuhkan tubuh setiap hari dalam jumlah tertentu sebagai sumber energi dan zat-zat gizi. Masalahnya adalah bagaimana mengoptimalkan kandungan gizi yang masuk dalam tubuh tersebut dalam sehari, yakni dengan mengkombinasikan berbagai jenis makanan dan memberikan biaya terendah. Status gizi baik atau optimal akan terjadi apabila tubuh memperoleh zat-zat gizi dalam jumlah yang cukup.

Menurut Irianto (2007), proporsi makanan sehat berimbang terdiri atas: 60-65% karbohidrat, 20% lemak dan 15-20% protein dari total kebutuhan energi seseorang perhari. Perhitungan ini digunakan dalam formulasi model program linier yang dibentuk, yang dibatasi pada golongan usia dewasa (20-45 tahun) dengan berat badan normal.

Sementara itu, agar pola konsumen tidak menjadi monoton, maka hidangan makanan harus menunjukkan variasi dan kombinasi. Variasi berarti bahwa susunan hidangan berubah dari hari ke hari, sedangkan kombinasi berarti dalam satu kali hidangan, misalnya makan siang, susunan tersebut terdiri atas masakan yang berlain-lainan. Untuk mencapai kondisi demikian, maka salah satu yang harus tersedia adalah daftar makanan pengganti, yakni daftar bahan makanan yang dapat menggantikan jenis bahan makanan yang digunakan. Penggantian dapat dilakukan diantara berbagai jenis bahan makanan yang termasuk kelompok yang sama. Misal, bahan makanan pokok dapat digantikan oleh jenis lain yang juga termasuk bahan makanan pokok, yang mempunyai nilai kandungan gizi yang setara. Contohnya : beras(nasi) dapat digantikan dengan terigu (roti). Pada skripsi ini, pembahasan difokuskan kepada tiga kasus kombinasi makanan yang dibentuk berdasarkan data yang tersedia.

4.1 Formulasi Model Program Linier Dalam Gizi Makanan

Tiga kasus kombinasi makanan yang dibentuk, yaitu:

1. Kombinasi dari : beras, ikan kembung, tempe, kacang panjang, pisang, minyak goreng dan singkong

2. Kombinasi dari : beras, ayam, tempe, kacang panjang, pepaya, santan dan minyak goreng
3. Kombinasi dari : beras, telur ayam, tahu, kangkung, pisang, jagung dan minyak goreng

disusun dengan tujuan mengoptimalkan kandungan gizi didalamnya dan memberikan biaya total seminimal mungkin untuk menu perhari. Variabel keputusan yang ditunjukkan dalam masalah ini adalah jumlah masing-masing jenis makanan dari tiap kasus, sedangkan biaya totalnya merupakan jumlah biaya dari masing-masing jenis makanan pada tiap kasus tersebut dikalikan dengan jumlah gram kebutuhannya. Sistem kendalanya dalam hal ini adalah kebutuhan akan zat gizi makanan perhari yang telah ditetapkan oleh AKG, dimana kebutuhan dari pria dewasa berbeda dengan wanita dewasa.

4.1.1 Model Kombinasi Makanan Untuk Pria Dewasa

Dalam kombinasi makanan untuk pria dewasa ini, ada tiga kasus yang telah dibentuk seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, yaitu:

a. Kasus satu.

Variabel yang digunakan untuk menu makanannya dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah, yaitu :

Tabel 4.1 Biaya Bahan Makanan (Kasus Satu)

No	Jenis Bahan Makanan	Harga/gram	Jumlah dibutuhkan (gr)	Biaya
1.	Beras	4,6	x_1	$4,6x_1$
2.	Ikan Kembung	8	x_2	$8x_2$
3.	Tempe	8	x_3	$8x_3$
4.	Kacang Panjang	4	x_4	$4x_4$
5.	Pisang	4	x_5	$4x_5$
6.	Minyak Goreng	10,5	x_6	$10,5x_6$
7.	Singkong	1,2	x_7	$1,2x_7$

Sumber : Pengolahan data.

Dari tabel tersebut akan diperoleh fungsi tujuan , yaitu
Minimumkan $Z = 4,6x_1 + 8x_2 + 8x_3 + 4x_4 + 4x_5 + 10,5x_6 + 1,2x_7$

Karena diasumsikan bahwa variabel yang ditentukan menunjukkan jumlah bahan makanan yang dibutuhkan dalam sehari untuk tiap jenisnya, maka koefisien-koefisien dalam kendalanya adalah nilai gizi untuk tiap jenis bahan makanan tersebut.

Adapun fungsi kendala fungsionalnya yaitu :

1. Jumlah total minimum kalori yang dibutuhkan pria dewasa dalam sehari 2800 kal.
2. Jumlah total minimum karbohidrat yang dibutuhkan pria dewasa dalam sehari 420 gram.
3. Jumlah total maksimum karbohidrat yang dibutuhkan pria dewasa dalam sehari 455 gram.
4. Jumlah total lemak yang dibutuhkan pria dewasa dalam sehari 62,2 gram.
5. Jumlah total minimum protein yang dibutuhkan pria dewasa dalam sehari 55 gram.
6. Jumlah total maksimum protein yang dibutuhkan pria dewasa dalam sehari 140 gram.
7. Jumlah total minimum vitamin A yang dibutuhkan pria dewasa dalam sehari 700 miligram.
8. Jumlah total minimum vitamin B₁ yang dibutuhkan pria dewasa dalam sehari 1,2 miligram.
9. Jumlah total minimum vitamin C yang dibutuhkan pria dewasa dalam sehari 60 miligram.
10. Jumlah total minimum kalsium yang dibutuhkan pria dewasa dalam sehari 500 miligram.
11. Jumlah total minimum fospor yang dibutuhkan pria dewasa dalam sehari 500 miligram.
12. Jumlah total minimum zat besi yang dibutuhkan pria dewasa dalam sehari 13 miligram.

Dimana fungsi kendala non negatifnya :

Jumlah bahan makanan yang dibutuhkan dalam sehari untuk tiap jenis makanan harus lebih besar atau sama dengan 0.

Berdasarkan Lampiran 4, maka dibentuk persamaan matematika yang sesuai dengan kendalanya, yakni :

Minimumkan $Z = 4,6x_1 + 8x_2 + 8x_3 + 4x_4 + 4x_5 + 10,5x_6 + 1,2x_7$

Kendala:

$$3,6x_1 + 0,824x_2 + 1,49x_3 + 0,33x_4 + 0,7425x_5 + 9x_6 + 1,095x_7 = 2800$$

$$0,789x_1 + 0,127x_3 + 0,0585x_4 + 0,1935x_5 + 0,2603x_7 = 420$$

$$0,789x_1 + 0,127x_3 + 0,0585x_4 + 0,1935x_5 + 0,2603x_7 = 455$$

$$0,007x_1 + 0,008x_2 + 0,04x_3 + 0,0023x_4 + 0,0015x_5 + x_6 + 0,0023x_7 = 62,2$$

$$0,068x_1 + 0,176x_2 + 0,183x_3 + 0,0203x_4 + 0,009x_5 + 0,009x_7 = 55$$

$$0,068x_1 + 0,176x_2 + 0,183x_3 + 0,0203x_4 + 0,009x_5 + 0,009x_7 = 140$$

$$0,24x_2 + 0,5x_3 + 2,5125x_4 + 1,095x_5 + 2,1622x_6 = 700$$

$$0,0012x_1 + 0,0004x_2 + 0,0017x_3 + 0,001x_4 + 0,0006x_5 + 0,0005x_7 = 1,2$$

$$0,1575x_4 + 0,0225x_5 + 0,225x_7 = 60$$

$$0,06x_1 + 0,16x_2 + 1,29x_3 + 0,3675x_4 + 0,06x_5 + 0,2475x_7 = 500$$

$$1,4x_1 + 1,6x_2 + 1,54x_3 + 2,6025x_4 + 0,21x_5 + 0,3x_7 = 500$$

$$0,008x_1 + 0,008x_2 + 0,1x_3 + 0,0053x_4 + 0,0038x_5 + 0,0053x_7 = 13$$

$$x_i = 0, \quad i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.$$

b. Kasus dua.

Variabel yang digunakan pada kasus dua untuk menu pria dewasa dapat dilihat pada Tabel 4.2, yaitu :

Tabel 4.2 Biaya Bahan Makanan (Kasus Dua)

No	Jenis Bahan Makanan	Harga/gram	Jumlah dibutuhkan (gr)	Biaya
1.	Beras	4,6	x_1	$4,6x_1$
2.	Ayam	17	x_2	$17x_2$
3.	Tempe	8	x_3	$8x_3$
4.	Kacang Panjang	4	x_4	$4x_4$
5.	Pepaya	4	x_5	$4x_5$
6.	Santan	2	x_6	$2x_6$
7.	Minyak Goreng	10,5	x_7	$10,5x_7$

Sumber : Pengolahan data

Model matematika yang dihasilkan dari variabel-variabel di atas adalah disesuaikan dengan Lampiran 4 untuk setiap kendalanya, yaitu:

$$\text{Minimumkan } Z = 4,6x_1 + 17x_2 + 8x_3 + 4x_4 + 4x_5 + 2x_6 + 10,5x_7$$

Kendala:

$$3,6x_1 + 1,7516x_2 + 1,49x_3 + 0,33x_4 + 0,345x_5 + 1,22x_6 + 9x_7 = 2800$$

$$0,789x_1 + 0,127x_3 + 0,0585x_4 + 0,0915x_5 + 0,076x_6 = 420$$

$$0,789x_1 + 0,127x_3 + 0,0585x_4 + 0,0915x_5 + 0,076x_6 = 455$$

$$0,007x_1 + 0,145x_2 + 0,04x_3 + 0,0023x_4 + 0,1x_6 + x_7 = 62,2$$

$$0,068x_1 + 0,106x_2 + 0,183x_3 + 0,02x_4 + 0,0038x_5 + 0,02x_6 = 55$$

$$0,068x_1 + 0,106x_2 + 0,183x_3 + 0,02x_4 + 0,0038x_5 + 0,02x_6 = 140$$

$$4,7x_2 + 0,5x_3 + 2,5125x_4 + 2,7375x_5 + 2,1622x_7 = 700$$

$$0,0012x_1 + 0,0005x_2 + 0,0017x_3 + 0,001x_4 + 0,0003x_5 = 1,2$$

$$0,1575x_4 + 0,585x_5 + 0,02x_6 = 60$$

$$0,06x_1 + 0,0812x_2 + 1,29x_3 + 0,368x_4 + 0,1725x_5 + 0,25x_6 = 500$$

$$1,4x_1 + 1,16x_2 + 1,54x_3 + 2,6025x_4 + 0,09x_5 + 0,3x_6 = 500$$

$$0,008x_1 + 0,0087x_2 + 0,1x_3 + 0,005x_4 + 0,0128x_5 + 0,001x_6 = 13$$

$$x_i = 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7.$$

C. kasus tiga.

Variabel yang digunakan pada kasus tiga untuk menu pria dewasa adalah seperti yang terlihat pada Tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3. Biaya Bahan Makanan (Kasus Tiga)

No	Jenis Bahan Makanan	Harga/gram	Jumlah dibutuhkan (gr)	Biaya
1.	Beras	4,6	x_1	$4,6x_1$
2.	Telur Ayam	11,8	x_2	$11,8x_2$
3.	Tahu	5	x_3	$5x_3$
4.	Kangkung	3,5	x_4	$3,5x_4$
5.	Pisang	4	x_5	$4x_5$
6.	Jagung	5	x_6	$5x_6$
7.	Minyak Goreng	10,5	x_7	$10,5x_7$

Sumber : Pengolahan data

Dari tabel di atas diperoleh fungsi tujuan, sedangkan koefisien fungsi kendala disusun berdasarkan Lampiran 4. Dengan demikian, model matematika yang dihasilkan yaitu :

$$\text{Minimumkan } Z = 4,6x_1 + 11,8x_2 + 5x_3 + 3,5x_4 + 4x_5 + 5x_6 + 10,5x_7$$

Kendala :

$$3,6x_1 + 1,458x_2 + 0,68x_3 + 0,203x_4 + 0,7425x_5 + 1,26x_6 + 9x_7 = 2800$$

$$0,789x_1 + 0,006x_2 + 0,016x_3 + 0,038x_4 + 0,194x_5 + 0,298x_6 = 420$$

$$0,789x_1 + 0,006x_2 + 0,016x_3 + 0,038x_4 + 0,194x_5 + 0,298x_6 = 455$$

$$0,007x_1 + 0,1035x_2 + 0,046x_3 + 0,002x_4 + 0,0015x_5 + 0,0117x_6 + x_7 = 62,2$$

$$0,068x_1 + 0,1152x_2 + 0,078x_3 + 0,02x_4 + 0,009x_5 + 0,0423x_6 = 55$$

$$0,068x_1 + 0,1152x_2 + 0,078x_3 + 0,02x_4 + 0,009x_5 + 0,0423x_6 = 140$$

$$8,1x_2 + 44,1x_4 + 1,095x_5 + 3,915x_6 + 2,1622x_7 = 700$$

$$0,0012x_1 + 0,0009x_2 + 0,0006x_3 + 0,0005x_4 + 0,0006x_5 + 0,0022x_6 = 1,2$$

$$0,224x_4 + 0,0225x_5 + 0,072x_6 = 60$$

$$0,06x_1 + 0,486x_2 + 1,24x_3 + 0,511x_4 + 0,06x_5 + 0,054x_6 = 500$$

$$1,4x_1 + 1,62x_2 + 0,63x_3 + 0,35x_4 + 0,21x_5 + 1,062x_6 = 500$$

$$0,008x_1 + 0,0243x_2 + 0,008x_3 + 0,0175x_4 + 0,0038x_5 + 0,0063x_6 = 13$$

$$x_i = 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7.$$

4.1.2 Model Kombinasi Makanan Untuk Wanita Dewasa

Seperti halnya pada pria dewasa, maka pada wanita dewasa pun dibuat tiga kasus kombinasi makanan, dimana pada tiap kasus tersebut variabelnya sama dengan kasus kombinasi makanan untuk pria dewasa. Perbedaannya yaitu terletak pada ruas kanan fungsi kendala yang menunjukkan jumlah kecukupan zat-zat gizi yang dibutuhkan wanita dewasa, sementara koefisien-koefisien kendala dan fungsi tujuannya adalah tetap seperti pada kasus kombinasi makanan pria dewasa.

a. Kasus satu.

Model kombinasi makanan kasus satu untuk wanita dewasa menghasilkan fungsi kendala fungsionalnya yaitu :

- 1 Jumlah total minimum kalori yang dibutuhkan wanita dewasa dalam sehari 2200 kal.
- 2 Jumlah total minimum karbohidrat yang dibutuhkan wanita dewasa dalam sehari 330 gram.
- 3 Jumlah total maksimum karbohidrat yang dibutuhkan wanita dewasa dalam sehari 357,5 gram.
- 4 Jumlah total lemak yang dibutuhkan wanita dewasa dalam sehari 49 gram.
- 5 Jumlah total minimum protein yang dibutuhkan wanita dewasa dalam sehari 48 gram.
- 6 Jumlah total maksimum protein yang dibutuhkan wanita dewasa dalam sehari 110 gram.
- 7 Jumlah total minimum vitamin A yang dibutuhkan wanita dewasa dalam sehari 500 miligram.
- 8 Jumlah total minimum vitamin B₁ yang dibutuhkan wanita dewasa dalam sehari 1 miligram.
- 9 Jumlah total minimum vitamin C yang dibutuhkan wanita dewasa dalam sehari 60 miligram.
- 10 Jumlah total minimum kalsium yang dibutuhkan wanita dewasa dalam sehari 500 miligram.
- 11 Jumlah total minimum fosfor yang dibutuhkan wanita dewasa dalam sehari 450 miligram.
- 12 Jumlah total minimum zat besi yang dibutuhkan wanita dewasa dalam sehari 26 miligram.

Dimana fungsi kendala non negatifnya yaitu :
 Jumlah bahan makanan yang dibutuhkan dalam sehari untuk tiap jenis makanan harus lebih besar atau sama dengan 0.

Sehingga model matematikanya menjadi

$$\text{Minimumkan } Z = 4,6x_1 + 8x_2 + 8x_3 + 4x_4 + 4x_5 + 10,5x_6 + 1,2x_7$$

Kendala:

$$3,6x_1 + 0,824x_2 + 1,49x_3 + 0,33x_4 + 0,7425x_5 + 9x_6 + 1,095x_7 = 2200$$

$$0,789x_1 + 0,127x_3 + 0,0585x_4 + 0,1935x_5 + 0,2603x_7 = 330$$

$$0,789x_1 + 0,127x_3 + 0,0585x_4 + 0,1935x_5 + 0,2603x_7 = 357,5$$

$$0,007x_1 + 0,008x_2 + 0,04x_3 + 0,0023x_4 + 0,0015x_5 + x_6 + 0,0023x_7 = 49$$

$$0,068x_1 + 0,176x_2 + 0,183x_3 + 0,0203x_4 + 0,009x_5 + 0,009x_7 = 48$$

$$0,068x_1 + 0,176x_2 + 0,183x_3 + 0,0203x_4 + 0,009x_5 + 0,009x_7 = 110$$

$$0,24x_2 + 0,5x_3 + 2,5125x_4 + 1,095x_5 + 2,1622x_6 = 500$$

$$0,0012x_1 + 0,0004x_2 + 0,0017x_3 + 0,001x_4 + 0,0006x_5 + 0,0005x_7 = 1$$

$$0,1575x_4 + 0,0225x_5 + 0,225x_7 = 60$$

$$0,06x_1 + 0,16x_2 + 1,29x_3 + 0,3675x_4 + 0,06x_5 + 0,2475x_7 = 500$$

$$1,4x_1 + 1,6x_2 + 1,54x_3 + 2,6025x_4 + 0,21x_5 + 0,3x_7 = 450$$

$$0,008x_1 + 0,008x_2 + 0,1x_3 + 0,0053x_4 + 0,0038x_5 + 0,0053x_7 = 26$$

$$x_i = 0, \quad i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.$$

b. Kasus dua.

Model matematika yang dibentuk untuk kombinasi makanan kasus dua pada wanita dewasa adalah :

$$\text{Minimumkan } Z = 4,6x_1 + 17x_2 + 8x_3 + 4x_4 + 4x_5 + 2x_6 + 10,5x_7$$

Kendala:

$$3,6x_1 + 1,7516x_2 + 1,49x_3 + 0,33x_4 + 0,345x_5 + 1,22x_6 + 9x_7 = 2200$$

$$0,789x_1 + 0,127x_3 + 0,0585x_4 + 0,0915x_5 + 0,076x_6 = 330$$

$$0,789x_1 + 0,127x_3 + 0,0585x_4 + 0,0915x_5 + 0,076x_6 = 357,5$$

$$\begin{aligned}
0,007x_1 + 0,145x_2 + 0,04x_3 + 0,0023x_4 + 0,1x_6 + x_7 &= 49 \\
0,068x_1 + 0,106x_2 + 0,183x_3 + 0,02x_4 + 0,0038x_5 + 0,02x_6 &= 48 \\
0,068x_1 + 0,106x_2 + 0,183x_3 + 0,02x_4 + 0,0038x_5 + 0,02x_6 &= 110 \\
4,7x_2 + 0,5x_3 + 2,5125x_4 + 2,7375x_5 + 2,1622x_7 &= 500 \\
0,0012x_1 + 0,0005x_2 + 0,0017x_3 + 0,001x_4 + 0,0003x_5 &= 1 \\
0,1575x_4 + 0,585x_5 + 0,02x_6 &= 60 \\
0,06x_1 + 0,0812x_2 + 1,29x_3 + 0,368x_4 + 0,1725x_5 + 0,25x_6 &= 500 \\
1,4x_1 + 1,16x_2 + 1,54x_3 + 2,6025x_4 + 0,09x_5 + 0,3x_6 &= 450 \\
0,008x_1 + 0,0087x_2 + 0,1x_3 + 0,005x_4 + 0,0128x_5 + 0,001x_6 &= 26 \\
x_i = 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7.
\end{aligned}$$

c. Kasus tiga.

Kombinasi makanan kasus tiga pada wanita dewasa menghasilkan model matematika yaitu :

$$\text{Minimumkan } Z = 4,6x_1 + 11,8x_2 + 5x_3 + 3,5x_4 + 4x_5 + 5x_6 + 10,5x_7$$

Kendala :

$$\begin{aligned}
3,6x_1 + 1,458x_2 + 0,68x_3 + 0,203x_4 + 0,7425x_5 + 1,26x_6 + 9x_7 &= 2200 \\
0,789x_1 + 0,006x_2 + 0,016x_3 + 0,038x_4 + 0,194x_5 + 0,298x_6 &= 330 \\
0,789x_1 + 0,006x_2 + 0,016x_3 + 0,038x_4 + 0,194x_5 + 0,298x_6 &= 357,5 \\
0,007x_1 + 0,1035x_2 + 0,046x_3 + 0,002x_4 + 0,0015x_5 + 0,0117x_6 + x_7 &= 49 \\
0,068x_1 + 0,1152x_2 + 0,078x_3 + 0,02x_4 + 0,009x_5 + 0,0423x_6 &= 48 \\
0,068x_1 + 0,1152x_2 + 0,078x_3 + 0,02x_4 + 0,009x_5 + 0,0423x_6 &= 110 \\
8,1x_2 + 44,1x_4 + 1,095x_5 + 3,915x_6 + 2,1622x_7 &= 500 \\
0,0012x_1 + 0,0009x_2 + 0,0006x_3 + 0,0005x_4 + 0,0006x_5 + 0,0022x_6 &= 1 \\
0,224x_4 + 0,0225x_5 + 0,072x_6 &= 60 \\
0,06x_1 + 0,486x_2 + 1,24x_3 + 0,511x_4 + 0,06x_5 + 0,054x_6 &= 500 \\
1,4x_1 + 1,62x_2 + 0,63x_3 + 0,35x_4 + 0,21x_5 + 1,062x_6 &= 450
\end{aligned}$$

$$0,008x_1 + 0,0243x_2 + 0,008x_3 + 0,0175x_4 + 0,0038x_5 + 0,0063x_6 = 26$$

$$x_i = 0, \quad i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.$$

4.2 Pengolahan Data

Untuk mendapatkan penyelesaian model matematika dari tiap kasus kombinasi makanan di atas, maka model-model tersebut harus diubah ke dalam bentuk standar. Dengan demikian pengoptimalan kandungan gizi dapat terjadi dan biaya minimum pun dapat dihasilkan, dimana harga yang terdapat pada fungsi tujuan merupakan harga yang berlaku pada saat penelitian berlangsung.

4.2.1 Kombinasi Makanan untuk Pria Dewasa

Model matematika yang telah dibuat pada kombinasi makanan pria dewasa, diubah ke dalam bentuk standar untuk masing-masing kasusnya, yakni dengan menambahkan variabel *slack*, *surplus* dan *artificial* pada fungsi tujuan dan fungsi kendalanya.

a. Kasus satu.

Bentuk standar yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

$$\text{Minimumkan } Z = 4,6x_1 + 8x_2 + 8x_3 + 4x_4 + 4x_5 + 10,5x_6 + 1,2x_7$$

Kendala:

$$3,6x_1 + 0,824x_2 + 1,49x_3 + 0,33x_4 + 0,7425x_5 + 9x_6 + 1,095x_7 - S_1 + R_1 = 2800$$

$$0,789x_1 + 0,127x_3 + 0,0585x_4 + 0,1935x_5 + 0,2603x_7 - S_2 + R_2 = 420$$

$$0,789x_1 + 0,127x_3 + 0,0585x_4 + 0,1935x_5 + 0,2603x_7 + S_3 = 455$$

$$0,007x_1 + 0,008x_2 + 0,04x_3 + 0,0023x_4 + 0,0015x_5 + x_6 + 0,0023x_7 + R_3 = 62,2$$

$$0,068x_1 + 0,176x_2 + 0,183x_3 + 0,0203x_4 + 0,009x_5 + 0,009x_7 - S_4 + R_4 = 55$$

$$0,068x_1 + 0,176x_2 + 0,183x_3 + 0,0203x_4 + 0,009x_5 + 0,009x_7 + S_5 = 140$$

$$0,24x_2 + 0,5x_3 + 2,5125x_4 + 1,095x_5 + 2,1622x_6 - S_6 + R_5 = 700$$

$$0,0012x_1 + 0,0004x_2 + 0,0017x_3 + 0,001x_4 + 0,0006x_5 +$$

$$0,0005x_7 - S_7 + R_6 = 1,2$$

$$0,1575x_4 + 0,0225x_5 + 0,225x_7 - S_8 + R_7 = 60$$

$$0,06x_1 + 0,16x_2 + 1,29x_3 + 0,3675x_4 + 0,06x_5 + 0,2475x_7 - S_9 + R_8 = 500$$

$$1,4x_1 + 1,6x_2 + 1,54x_3 + 2,6025x_4 + 0,21x_5 + 0,3x_7 - S_{10} + R_9 = 500$$

$$0,008x_1 + 0,008x_2 + 0,1x_3 + 0,0053x_4 + 0,0038x_5 +$$

$$0,0053x_7 - S_{11} + R_{10} = 13$$

$$x_i = 0, \quad i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.$$

$$S_j = 0, \quad j = 1, 2, \dots, 11 ; R_k = 0, \quad k = 1, 2, \dots, 10$$

Berdasarkan perhitungan menggunakan *QM for Windows* seperti yang ditunjukkan pada Lampiran 6, dapat diketahui bahwa $x_1 = 471,3714$, $x_2 = 64,1993$, $x_3 = 279,9279$, $x_4 = 176,7769$, $x_5 = 0$, $x_6 = 46,4704$, $x_7 = 142,9229$ dan biaya minimum yang diperoleh adalah Rp 6.287,88. Dengan demikian dapat diartikan bahwa dalam kombinasi makanan kasus satu untuk memenuhi persyaratan gizi harian bagi pria dewasa, dibutuhkan jumlah bahan makanan beras sebanyak 471 gram, ikan kembung 65 gram, tempe 280 gram, kacang panjang 177 gram, pisang 0 gram, minyak goreng 47 gram dan singkong 143 gram. Biaya total yang dikeluarkan adalah Rp 6.287,88 atau dibulatkan menjadi Rp 6.300,-.

b. Kasus dua.

Bentuk standar dari kasus dua kombinasi makanan untuk pria dewasa adalah :

$$\text{Minimumkan } Z = 4,6x_1 + 17,5x_2 + 8x_3 + 4x_4 + 4x_5 + 2x_6 + 10,5x_7$$

Kendala:

$$3,6x_1 + 1,7516x_2 + 1,49x_3 + 0,33x_4 + 0,345x_5 + 1,22x_6 + 9x_7 - S_1 + R_1 = 2800$$

$$0,789x_1 + 0,127x_3 + 0,0585x_4 + 0,0915x_5 + 0,076x_6 - S_2 + R_2 = 420$$

$$0,789x_1 + 0,127x_3 + 0,0585x_4 + 0,0915x_5 + 0,076x_6 + S_3 = 455$$

$$0,007x_1 + 0,145x_2 + 0,04x_3 + 0,0023x_4 + 0,1x_6 + x_7 + R_3 = 62,2$$

$$0,068x_1 + 0,106x_2 + 0,183x_3 + 0,02x_4 + 0,0038x_5 + 0,02x_6 - S_4 + R_4 = 55$$

$$0,068x_1 + 0,106x_2 + 0,183x_3 + 0,02x_4 + 0,0038x_5 + 0,02x_6 + S_5 = 140$$

$$4,7x_2 + 0,5x_3 + 2,5125x_4 + 2,7375x_5 + 2,1622x_7 - S_6 + R_5 = 700$$

$$0,0012x_1 + 0,0005x_2 + 0,0017x_3 + 0,001x_4 + 0,0003x_5 - S_7 + R_6 = 1,2$$

$$0,1575x_4 + 0,585x_5 + 0,02x_6 - S_8 + R_7 = 60$$

$$0,06x_1 + 0,0812x_2 + 1,29x_3 + 0,368x_4 + 0,1725x_5 + 0,25x_6 - S_9 + R_8 = 500$$

$$1,4x_1 + 1,16x_2 + 1,54x_3 + 2,6025x_4 + 0,09x_5 + 0,3x_6 - S_{10} + R_9 = 500$$

$$0,008x_1 + 0,0087x_2 + 0,1x_3 + 0,005x_4 + 0,0128x_5 + 0,001x_6 - S_{11} + R_{10} = 13$$

$$x_i = 0, \quad i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.$$

$$S_j = 0, \quad j = 1, 2, \dots, 11; \quad R_k = 0, \quad k = 1, 2, \dots, 10$$

Hasil perhitungannya yang ditunjukkan pada Lampiran 7 yaitu : $x_1 = 503,344$, $x_2 = 0$, $x_3 = 360,1038$, $x_4 = 81,0197$, $x_5 = 80,7511$, $x_6 = 0$, $x_7 = 44,0902$ dan biaya minimumnya adalah Rp 6.306,24. Dapat diartikan bahwa dalam kasus dua kombinasi makanan untuk pria dewasa ini, jumlah bahan makanan yang harus dimakan dalam sehari sehingga kecukupan gizi terpenuhi adalah beras sebanyak 503 gram, ayam 0 gram, tempe 360 gram, kacang panjang 81 gram, pepaya 81 gram, santan 0 gram dan minyak goreng 44 gram. Biaya total yang dikeluarkan adalah Rp 6.306,24 atau dibulatkan menjadi Rp 6.300,-.

c. Kasus tiga.

Bentuk standar dari kasus tiga kombinasi makanan untuk pria dewasa adalah :

$$\text{Minimumkan } Z = 4,6x_1 + 11,8x_2 + 5x_3 + 3,5x_4 + 4x_5 + 5x_6 + 10,5x_7$$

Kendala :

$$3,6x_1 + 1,458x_2 + 0,68x_3 + 0,203x_4 + 0,7425x_5 + 1,26x_6 + 9x_7 - S_1 + R_1 = 2800$$

$$0,789x_1 + 0,006x_2 + 0,016x_3 + 0,038x_4 + 0,194x_5 + 0,298x_6 - S_2 + R_2 = 420$$

$$0,789x_1 + 0,006x_2 + 0,016x_3 + 0,038x_4 + 0,194x_5 + 0,298x_6 + S_3 = 455$$

$$0,007x_1 + 0,1035x_2 + 0,046x_3 + 0,002x_4 + 0,0015x_5 + 0,0117x_6 + x_7 + R_3 = 62,2$$

$$0,068x_1 + 0,1152x_2 + 0,078x_3 + 0,02x_4 + 0,009x_5 + 0,0423x_6 - S_4 + R_4 = 55$$

$$0,068x_1 + 0,1152x_2 + 0,078x_3 + 0,02x_4 + 0,009x_5 + 0,0423x_6 + S_5 = 140$$

$$8,1x_2 + 44,1x_4 + 1,095x_5 + 3,915x_6 + 2,1622x_7 - S_6 + R_5 = 700$$

$$0,0012x_1 + 0,0009x_2 + 0,0006x_3 + 0,0005x_4 + 0,0006x_5 +$$

$$0,0022x_6 - S_7 + R_6 = 1,2$$

$$0,224x_4 + 0,0225x_5 + 0,072x_6 - S_8 + R_7 = 60$$

$$0,06x_1 + 0,486x_2 + 1,24x_3 + 0,511x_4 + 0,06x_5 + 0,054x_6 - S_9 + R_8 = 500$$

$$1,4x_1 + 1,62x_2 + 0,63x_3 + 0,35x_4 + 0,21x_5 + 1,062x_6 - S_{10} + R_9 = 500$$

$$0,008x_1 + 0,0243x_2 + 0,008x_3 + 0,0175x_4 + 0,0038x_5 +$$

$$0,0063x_6 - S_{11} + R_{10} = 13$$

$$x_i = 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7.$$

$$S_j = 0, \quad j = 1,2,\dots,11 ; R_k = 0, \quad k = 1,2,\dots,10$$

Dari perhitungannya pada Lampiran 8, diperoleh $x_1 = 557,6266$, $x_2 = 324,7615$, $x_3 = 178,8553$, $x_4 = 267,8572$, $x_5 = 0$, $x_6 = 0$, $x_7 = 15,894$ dan biaya minimumnya adalah Rp 8.395,93. Hal ini dapat diartikan bahwa dalam kasus tiga dari kombinasi makanan pria dewasa, dibutuhkan jumlah bahan makanan beras sebanyak 558 gram, telur 325 gram, tahu 179 gram, kangkung 268 gram, pisang 0 gram, jagung 0 gram dan minyak goreng 16 gram sehingga persyaratan gizi hariannya dapat terpenuhi. Total biaya yang dikeluarkan adalah Rp 8.395,93 atau dibulatkan menjadi Rp 8.400,-.

4.2.2. Kombinasi Makanan untuk Wanita Dewasa

Model matematika untuk kombinasi makanan wanita dewasa juga harus diubah ke dalam bentuk standar yakni dengan menambahkan variabel *slack*, *surplus* dan *artificial* ke dalam tiap-kasusnya.

a. Kasus satu.

Bentuk standar dari kasus satu kombinasi makanan untuk wanita dewasa yaitu :

$$\text{Minimumkan } Z = 4,6x_1 + 8x_2 + 8x_3 + 4x_4 + 4x_5 + 10,5x_6 + 1,2x_7$$

Kendala:

$$3,6x_1 + 0,824x_2 + 1,49x_3 + 0,33x_4 + 0,7425x_5 + 9x_6 + 1,095x_7 - S_1 + R_1 = 2200$$

$$0,789x_1 + 0,127x_3 + 0,0585x_4 + 0,1935x_5 + 0,2603x_7 - S_2 + R_2 = 330$$

$$0,789x_1 + 0,127x_3 + 0,0585x_4 + 0,1935x_5 + 0,2603x_7 + S_3 = 357,5$$

$$0,007x_1 + 0,008x_2 + 0,04x_3 + 0,0023x_4 + 0,0015x_5 + x_6 + 0,0023x_7 + R_3 = 49$$

$$0,068x_1 + 0,176x_2 + 0,183x_3 + 0,0203x_4 + 0,009x_5 + 0,009x_7 - S_4 + R_4 = 48$$

$$0,068x_1 + 0,176x_2 + 0,183x_3 + 0,0203x_4 + 0,009x_5 + 0,009x_7 + S_5 = 110$$

$$0,24x_2 + 0,5x_3 + 2,5125x_4 + 1,095x_5 + 2,1622x_6 - S_6 + R_5 = 500$$

$$0,0012x_1 + 0,0004x_2 + 0,002x_3 + 0,001x_4 + 0,0006x_5 + 0,0005x_7 - S_7 + R_6 = 1$$

$$0,1575x_4 + 0,0225x_5 + 0,225x_7 - S_8 + R_7 = 60$$

$$0,06x_1 + 0,16x_2 + 1,29x_3 + 0,3675x_4 + 0,06x_5 + 0,2475x_7 - S_9 + R_8 = 500$$

$$1,4x_1 + 1,6x_2 + 1,54x_3 + 2,6025x_4 + 0,21x_5 + 0,3x_7 - S_{10} + R_9 = 450$$

$$0,008x_1 + 0,008x_2 + 0,1x_3 + 0,0053x_4 + 0,0038x_5 + 0,0053x_7 - S_{11} + R_{10} = 26$$

$$x_i = 0, \quad i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.$$

$$S_j = 0, \quad j = 1, 2, \dots, 11; \quad R_k = 0, \quad k = 1, 2, \dots, 10$$

Berdasarkan perhitungannya yang ditunjukkan dalam Lampiran 9 menggunakan *QM for Windows*, dapat diketahui bahwa $x_1 = 330,0874$, $x_2 = 0$, $x_3 = 302,5054$, $x_4 = 109,6397$, $x_5 = 0$, $x_6 = 33,8909$, $x_7 = 200,6877$ dan biaya minimum yang diperoleh adalah Rp 4.973,68. Dengan demikian dapat diartikan bahwa dalam kombinasi makanan kasus satu, untuk memenuhi persyaratan gizi harian bagi wanita dewasa dibutuhkan jumlah bahan makanan beras sebanyak 330 gram, ikan kembung 0 gram, tempe 303 gram, kacang panjang 110 gram, pisang 0 gram, minyak goreng 34 gram dan singkong 201 gram. Biaya total yang dikeluarkan adalah Rp 4.973,68 atau dibulatkan menjadi Rp 5.000,-.

b. Kasus dua.

Untuk penyelesaian kasus dua dari kombinasi makanan pada wanita dewasa, dilakukan perubahan ke dalam bentuk standar yaitu:

$$\text{Minimumkan } Z = 4,6x_1 + 17,5x_2 + 8x_3 + 4x_4 + 4x_5 + 2x_6 + 10,5x_7$$

Kendala:

$$3,6x_1 + 1,7516x_2 + 1,49x_3 + 0,33x_4 + 0,345x_5 + 1,22x_6 + 9x_7 - S_1 + R_1 = 2200$$

$$0,789x_1 + 0,127x_3 + 0,0585x_4 + 0,0915x_5 + 0,076x_6 - S_2 + R_2 = 330$$

$$0,789x_1 + 0,127x_3 + 0,0585x_4 + 0,0915x_5 + 0,076x_6 + S_3 = 357,5$$

$$0,007x_1 + 0,145x_2 + 0,04x_3 + 0,0023x_4 + 0,1x_6 + x_7 + R_3 = 49$$

$$0,068x_1 + 0,106x_2 + 0,183x_3 + 0,02x_4 + 0,0038x_5 + 0,02x_6 - S_4 + R_4 = 48$$

$$0,068x_1 + 0,106x_2 + 0,183x_3 + 0,02x_4 + 0,0038x_5 + 0,02x_6 + S_5 = 110$$

$$4,7x_2 + 0,5x_3 + 2,5125x_4 + 2,7375x_5 + 2,1622x_7 - S_6 + R_5 = 500$$

$$0,0012x_1 + 0,0005x_2 + 0,0017x_3 + 0,001x_4 + 0,0003x_5 - S_7 + R_6 = 1$$

$$0,1575x_4 + 0,585x_5 + 0,02x_6 - S_8 + R_7 = 60$$

$$0,06x_1 + 0,0812x_2 + 1,29x_3 + 0,368x_4 + 0,1725x_5 + 0,25x_6 - S_9 + R_8 = 500$$

$$1,4x_1 + 1,16x_2 + 1,54x_3 + 2,6025x_4 + 0,09x_5 + 0,3x_6 - S_{10} + R_9 = 450$$

$$0,008x_1 + 0,0087x_2 + 0,1x_3 + 0,005x_4 + 0,0128x_5 + 0,001x_6 - S_{11} + R_{10} = 26$$

$$x_i = 0, \quad i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.$$

$$S_j = 0, \quad j = 1, 2, \dots, 11; \quad R_k = 0, \quad k = 1, 2, \dots, 10$$

Dari perhitungannya yang diperlihatkan pada Lampiran 10, diperoleh $x_1 = 366,9447$, $x_2 = 0$, $x_3 = 294,4178$, $x_4 = 45,5676$, $x_5 = 81,0715$, $x_6 = 269,8137$, $x_7 = 7,5708$ dan biaya minimumnya adalah Rp 5.168,96. Hal ini dapat diartikan bahwa jumlah bahan makanan yang harus dimakan dalam sehari sehingga kecukupan gizi terpenuhi adalah beras sebanyak 367 gram, ayam 0 gram, tempe 294 gram, kacang panjang 46 gram, pepaya 81 gram, santan 270 gram dan minyak goreng 8 gram. Biaya total yang dikeluarkan adalah sebesar Rp 5.168,96 atau dibulatkan menjadi Rp 5.200,-.

c. Kasus tiga.

Bentuk standar dari kasus tiga pada kombinasi makanan untuk wanita dewasa adalah sebagai berikut :

$$\text{Minimumkan } Z = 4,6x_1 + 11,8x_2 + 5x_3 + 3,5x_4 + 4x_5 + 5x_6 + 10,5x_7$$

Kendala :

$$3,6x_1 + 1,458x_2 + 0,68x_3 + 0,203x_4 + 0,7425x_5 + 1,26x_6 + 9x_7 - S_1 + R_1 = 2200$$

$$0,789x_1 + 0,006x_2 + 0,016x_3 + 0,038x_4 + 0,194x_5 + 0,298x_6 - S_2 + R_2 = 330$$

$$0,789x_1 + 0,006x_2 + 0,016x_3 + 0,038x_4 + 0,194x_5 + 0,298x_6 + S_3 = 357,5$$

$$\begin{aligned}
0,007x_1+0,1035x_2+0,046x_3+0,002x_4+0,0015x_5+0,0117x_6+x_7+R_3 &= 49 \\
0,068x_1 + 0,1152x_2 + 0,078x_3 + 0,02x_4 + 0,009x_5 + 0,0423x_6 - S_4 + R_4 &= 48 \\
0,068x_1 + 0,1152x_2 + 0,078x_3 + 0,02x_4 + 0,009x_5 + 0,0423x_6 + S_5 &= 110 \\
8,1x_2 + 44,1x_4 + 1,095x_5 + 3,915x_6 + 2,1622x_7 - S_6 + R_5 &= 500 \\
0,0012x_1 + 0,0009x_2 + 0,0006x_3 + 0,0005x_4 + 0,0006x_5 + & \\
0,0022x_6 - S_7 + R_6 &= 1 \\
0,224x_4 + 0,0225x_5 + 0,072x_6 - S_8 + R_7 &= 60 \\
0,06x_1 + 0,486x_2 + 1,24x_3 + 0,511x_4 + 0,06x_5 + 0,054x_6 - S_9 + R_8 &= 500 \\
1,4x_1 + 1,62x_2 + 0,63x_3 + 0,35x_4 + 0,21x_5 + 1,062x_6 - S_{10} + R_9 &= 450 \\
0,008x_1 + 0,0243x_2 + 0,008x_3 + 0,0175x_4 + 0,0038x_5 + & \\
0,0063x_6 - S_{11} + R_{10} &= 26 \\
x_i = 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7. & \\
S_j = 0, \quad j = 1,2,\dots,11 ; R_k = 0, \quad k = 1,2,\dots,10 &
\end{aligned}$$

Hasil perhitungan yang diperoleh sesuai dengan Lampiran 11 yaitu : $x_1 = 407,6772$, $x_2 = 287,3614$, $x_3 = 0$, $x_4 = 900,326$, $x_5 = 0$, $x_6 = 0$, $x_7 = 14,5137$ dan biaya minimumnya adalah Rp 8.569,71. Dapat diartikan bahwa dalam kasus tiga kombinasi makanan untuk wanita dewasa, jumlah bahan makanan yang harus dimakan dalam sehari sehingga kecukupan gizi terpenuhi adalah beras sebanyak 408 gram, telur ayam 287 gram, tahu 0 gram, kangkung 900 gram, pisang 0 gram, jagung 0 gram dan minyak goreng 15 gram. Biaya total yang dikeluarkan adalah Rp 8.569,71 atau dibulatkan menjadi Rp 8.600,-.

Dari tiga kasus kombinasi makanan baik untuk pria dewasa maupun untuk wanita dewasa, biaya termurah yang dihasilkan pada pria dewasa yaitu pada kasus satu kombinasi makanan beras, ikan kembung, tempe, kacang panjang, minyak goreng dan singkong, dimana biaya minimal yang dibutuhkan adalah sebesar Rp 6.287,88 atau dibulatkan menjadi Rp 6.300,- sehingga dapat memenuhi syarat kecukupan gizi harian. Sementara itu, biaya termurah yang diperoleh pada wanita dewasa agar dapat memenuhi syarat kecukupan gizi hariannya yaitu sebesar Rp 4.973,68 atau dibulatkan menjadi Rp 5.000,- , yakni pada kasus satu kombinasi makanan beras, tempe, kacang panjang, minyak goreng dan singkong.

4.3 Analisis Sensitivitas (Perubahan Koefisien Fungsi Tujuan)

Analisis sensitivitas dilakukan setelah solusi optimum dari masalah program linier ditemukan yaitu pada kasus satu kombinasi makanan baik untuk pria dewasa maupun untuk wanita dewasa. Analisis ini berusaha menjawab seberapa besar perubahan data diijinkan sebelum solusi optimum mulai kehilangan optimalitasnya. Pada skripsi ini tidak dibahas perubahan pada koefisien kendala, kapasitas kendala, penambahan variabel baru maupun kendala baru karena dibatasi oleh data yang diperoleh dan digunakan.

4.3.1. Analisis Sensitivitas Kombinasi Makanan Pria Dewasa.

Perubahan koefisien fungsi tujuan pada kombinasi makanan untuk pria dewasa akan tetap berada dalam kondisi optimum yakni jika memenuhi ketentuan sebagai berikut :

$$0 < c_1 = 6,22$$

$$6,31 = c_2 = 8,93$$

$$7,32 = c_3 = 10,22$$

$$1,46 = c_4 = 8,46$$

$$0,94 = c_5$$

$$0 < c_6 = 31,15$$

$$0,72 = c_7 = 4,83$$

Selama harga tiap jenis bahan makanan (per gramnya) masih dalam interval maka solusi optimum dari jumlah masing-masing bahan makanan untuk $x_1 = 471$, $x_2 = 64$, $x_3 = 280$, $x_4 = 177$, $x_5 = 0$, $x_6 = 47$, $x_7 = 143$ akan tetap menjadi kondisi optimum sekalipun nilai dari fungsi tujuannya akan berubah.

Perubahan harga tiap jenis bahan makanan baik di bawah maupun di atas interval akan mempegaruhi jenis maupun jumlah bahan makanan yang dikonsumsi sehingga berpengaruh juga terhadap nilai fungsi tujuan.

Adapun *range* perubahan harga untuk masing-masing jenis bahan makanan pada tiap gramnya adalah sebagai berikut :

1. Perubahan harga beras

Solusi optimum akan tetap optimum apabila *range* perubahan harga beras terletak antara $0 < c_1 = 6,22$ rupiah. Dengan kata lain,

jika harga beras turun hingga sebesar Rp 4,6 , atau naik sebesar Rp 6,22 -Rp 4,6 = Rp 1,62 maka solusi akan tetap optimum.

2. Perubahan harga ikan kembung

Solusi optimum akan tetap optimum apabila *range* perubahan harga ikan kembung terletak antara $6,31 = c_2 = 8,93$ rupiah. Dengan kata lain, jika harga ikan kembung turun hingga sebesar Rp 8 – Rp 6,31 = Rp 1,69, atau naik sebesar Rp 8,93 – Rp 8 = Rp 0,93 maka solusi akan tetap optimum. Hal ini juga berarti apabila harga ikan kembung berkisar antara Rp 6,31 hingga Rp 8,93 maka solusi tetap optimum.

3. Perubahan harga tempe

Solusi optimum akan tetap optimum apabila *range* perubahan harga tempe terletak antara $7,32 = c_3 = 10,22$ rupiah. Dengan kata lain, apabila harga tempe turun hingga sebesar Rp 8 – Rp 7,32 = Rp 0,68 , atau naik sebesar Rp 10,22 – Rp 8 = Rp 2,22 maka solusi akan tetap optimum.

4. Perubahan harga kacang panjang

Solusi optimum akan tetap optimum apabila *range* perubahan harga kacang panjang terletak antara $1,46 = c_4 = 8,46$ rupiah. Dengan kata lain, jika harga kacang panjang turun hingga sebesar Rp 4 – Rp 1,46 = Rp 2,54 , atau naik sebesar Rp 8,46 – Rp 4 = Rp 4,46 maka solusi yang dihasilkan akan tetap optimum.

5. Perubahan harga pisang

Solusi optimum akan tetap optimum apabila *range* perubahan harga pisang $0,94 = c_5$.

6. Perubahan harga minyak goreng

Solusi optimum akan tetap optimum apabila *range* perubahan harga minyak goreng terletak antara $0 < c_6 = 31,15$ rupiah. Dengan kata lain, apabila harga minyak goreng turun sebesar Rp 10,5 , atau naik sebesar Rp 31,15 – Rp 10,5 = Rp 20,65 maka solusi akan tetap optimum.

7. Perubahan harga singkong

Solusi optimum akan tetap optimum apabila *range* perubahan harga singkong terletak antara $0,72 = c_7 = 4,83$ rupiah. Dengan kata lain, apabila harga singkong turun hingga sebesar Rp 1,2 – Rp 0,72 = Rp 0,48 , atau naik sebesar Rp 4,83 – Rp 1,2 = Rp 3,63 maka solusi yang dihasilkan akan tetap optimum.

4.3.2. Analisis Sensitivitas Kombinasi Makanan Wanita Dewasa.

Adapun perubahan koefisien fungsi tujuan pada kombinasi makanan untuk wanita dewasa akan tetap berada dalam kondisi optimum yakni jika memenuhi ketentuan sebagai berikut :

$$0 < c_1 = 6,22$$

$$6,31 = c_2$$

$$3,66 = c_3 = 10,22$$

$$1,41 = c_4 = 7,59$$

$$1,32 = c_5$$

$$0 < c_6 = 124,08$$

$$0,72 = c_7 = 2,45$$

Jika harga tiap jenis bahan makanan (per gramnya) masih dalam interval di atas, maka solusi optimum dari jumlah masing-masing bahan makanan untuk $x_1 = 330$, $x_2 = 0$, $x_3 = 303$, $x_4 = 110$, $x_5 = 0$, $x_6 = 34$, $x_7 = 201$ akan tetap menjadi kondisi optimum sekalipun nilai dari fungsi tujuannya akan berubah. Perbedaan analisis sensitivitas antara pria dewasa dan wanita dewasa dimungkinkan terjadi karena adanya perbedaan kecukupan gizi yang perlu dikonsumsi dari suatu jenis bahan makanan.

Berikut ini adalah *range* perubahan harga untuk masing-masing jenis bahan makanan pada tiap gramnya yaitu :

1. Perubahan harga beras

Solusi optimum akan tetap optimum apabila *range* perubahan harga beras terletak antara $0 < c_1 = 6,22$ rupiah. Hal ini berarti jika harga beras turun hingga sebesar Rp 4,6 , atau naik sebesar Rp 6,22 - Rp 4,6 = Rp 1,62 maka solusi akan tetap optimum.

2. Perubahan harga ikan kembung

Solusi optimum akan tetap optimum apabila *range* perubahan harga ikan kembung terletak antara $6,31 = c_2$. Hal ini berarti bahwa pada harga ikan kembung di atas Rp 6,31 , maka solusi yang dihasilkan akan tetap optimum.

3. Perubahan harga tempe

Solusi optimum akan tetap optimum apabila *range* perubahan harga tempe terletak antara $3,66 = c_3 = 10,22$ rupiah. Dengan kata lain, apabila harga tempe turun hingga sebesar Rp 8 – Rp 3,66 =

Rp 4,34 , atau naik sebesar Rp 10,22 – Rp 8 = Rp 2,22 maka solusi akan tetap optimum.

4. Perubahan harga kacang panjang

Solusi optimum akan tetap optimum apabila *range* perubahan harga kacang panjang terletak antara $1,41 = c_4 = 7,59$ rupiah. Dengan kata lain, jika harga kacang panjang turun hingga sebesar Rp 4 – Rp 1,41 = Rp 2,59 , atau naik sebesar Rp 7,59 – Rp 4 = Rp 3,59 maka solusi yang dihasilkan akan tetap optimum.

5. Perubahan harga pisang

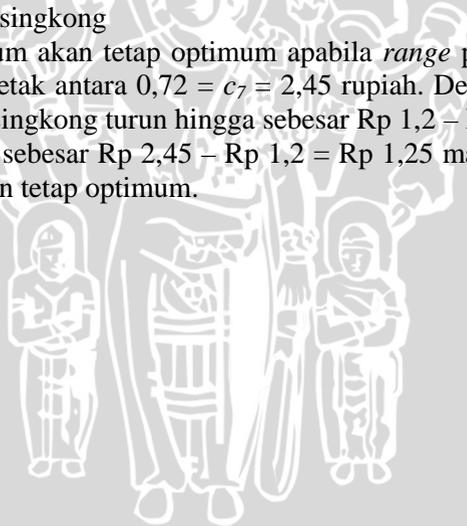
Solusi optimum akan tetap optimum apabila *range* perubahan harga pisang terletak antara $1,32 = c_5$.

6. Perubahan harga minyak goreng

Solusi optimum akan tetap optimum apabila *range* perubahan harga minyak goreng terletak antara $0 < c_6 = 124,08$ rupiah. Dengan kata lain, apabila harga minyak goreng turun sebesar Rp 10,5 , atau naik sebesar Rp 124,08 – Rp 10,5 = Rp 113,58 maka solusi akan tetap optimum.

7. Perubahan harga singkong

Solusi optimum akan tetap optimum apabila *range* perubahan harga singkong terletak antara $0,72 = c_7 = 2,45$ rupiah. Dengan kata lain, apabila harga singkong turun hingga sebesar Rp 1,2 – Rp 0,72 = Rp 0,48 , atau naik sebesar Rp 2,45 – Rp 1,2 = Rp 1,25 maka solusi yang dihasilkan akan tetap optimum.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.

Dari hasil pembahasan dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Pada pria dewasa, alternatif kombinasi makanan yang optimal untuk kebutuhan gizi sehari dengan biaya minimal yaitu : beras sebanyak 471 gram, ikan kembung sebanyak 64 gram, tempe sebanyak 280 gram, kacang panjang sebanyak 177 gram, minyak goreng sebanyak 47 gram dan singkong sebanyak 143 gram. Total biaya yang dikeluarkan adalah Rp 6.300,-. Sementara itu, pada wanita dewasa, alternatif kombinasi makanan yang optimal, yaitu : beras sebanyak 330 gram, tempe sebanyak 303 gram, kacang panjang sebanyak 110 gram, minyak goreng sebanyak 34 gram dan singkong sebanyak 201 gram. Biaya total yang dikeluarkan adalah Rp 5.000,-. Kombinasi makanan ini menghasilkan biaya yang lebih murah dibandingkan pola menu sehari berdasarkan kandungan energi maupun golongan umur yang dianjurkan.
2. Perubahan harga tiap jenis bahan makanan baik di bawah maupun di atas interval dari kondisi optimum setelah analisis sensitivitas, akan memengaruhi jenis maupun jumlah bahan makanan yang dikonsumsi sehingga berpengaruh juga terhadap nilai fungsi tujuan.

5.2. Saran.

Pada penelitian lebih lanjut, kombinasi makanan dan batasan fungsionalnya dapat diubah ataupun ditambahkan sehingga memperoleh menu yang lebih bervariasi dan biaya total yang dikeluarkan adalah minimum.

Daftar Pustaka

- Almatsier, S. 2004. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Budiyanto, A.K. 2004. *Dasar-Dasar Ilmu Gizi*. UMM Pres. Malang.
- Damayanti, L. 2007. *Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Ketahanan Pangan Desa*. Thesis. Program Studi Ilmu Ekonomi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Hiller, F.S. dan Lieberman, G.J. 1990. *Pengantar Riset Operasi*. Jilid 1. Edisi kelima. Erlangga. Jakarta.
- Irianto, D.P. 2007. *Panduan Gizi Lengkap Keluarga dan Olahragawan*. Andi. Yogyakarta.
- Mulyono, S. 1991. *Operation Research*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI. Jakarta.
- Soekartawi. 1992. *Linear Programming (Teori dan Aplikasi khususnya dalam bidang Pertanian)*. Rajawali Pers. Jakarta.
- Soekirman. 2000. *Ilmu Gizi dan Aplikasinya untuk Keluarga dan Masyarakat*. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Subagyo, dkk. 1985. *Dasar-Dasar Operations Research*. Edisi Kedua. BPFE. Yogyakarta..
- Supranto, J.M.A. 1983. *Linear Programming*. Edisi kedua. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Jakarta.
- Sutawidjaja, A. dan Sudirman. 2005. *Program Linear*. Penerbit Universitas Negeri Malang (UM PRESS). Malang
- Tejasari. 2005. *Nilai-Gizi Pangan (Edisi Pertama)*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Yamit, Z. 2003. *Manajemen Kuantitatif untuk Bisnis (Operation Research)*. BPFE. Yogyakarta.

Lampiran 1.

ANJURAN MENU SEHARI UNTUK ORANG DEWASA
MENURUT GOLONGAN UMUR

Golongan Umur (tahun)	Berat Badan (kg)	Nasi (gr)	Lauk		Sayuran (gr)	Buah (gr)	Minyak (gr)
			Daging/ Ikan (gr)	Tempe (gr)			
Laki-laki							
16 – 19	56	800	120	150	150	300	25
20 – 45	62	950	120	150	150	300	25
46 – 59	62	800	120	150	150	300	25
= 60	62	650	120	150	150	300	20
Perempuan							
16 – 19	50	500	120	150	150	300	25
20 – 45	54	650	120	150	150	300	20
46 – 59	54	600	120	150	150	300	20
= 60	54	450	120	150	150	300	20

Sumber : Almasier, 2004.

Keterangan :

1. Anjuran makanan berlaku untuk orang sehat dengan berat badan normal dan aktivitas kerja sedang.
2. 100 gram nasi berasal dari 50 gram beras.
3. Lauk, sayuran dan buah diukur dalam keadaan mentah.

Lampiran 2.

DAFTAR HARGA BAHAN MAKANAN
(Per 15 Maret 2008 – 15 Mei 2008)

Bahan Makanan (j)	Harga (Rp)/ kg	Harga (Rp) / gr
Beras	4600	4.6
Jagung	5000	5
Singkong	1200	1.2
Ayam	17000	17
Ikan kembung	8000	8
Telur ayam	11800	11.8
Tahu	5000	5
Tempe	8000	8
Bayam	3500	3.5
Kacang panjang	4000	4
Kangkung	3500	3.5
Pepaya	4000	4
Pisang	3000	3
Santan	2000	2
Minyak goreng	10500	10.5

Sumber : Pasar Mergan Malang.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 3.

KOMPOSISI BAHAN MAKANAN (per 100 gr)

Bahan Makanan (j)	Kalori (kal)	Karbohidrat (gr)	Lemak (gr)	Protein (gr)	Vit A (mg)	Vit B ₁ (mg)	Vit C (mg)	Kalsium (mg)	Phospor (mg)	Besi (mg)	Bagian yg dpt dimakan
Beras	360	78,9	0,7	6,8	0	0,12	0	6	140	0,8	100
Jagung	140	33,1	1,3	4,7	0	0,24	8	6	118	0,7	90
Singkong	146	34,7	0,3	1,2	0	0,06	30	33	40	0,7	75
Ayam	302	0	25	18,2	810	0,08	0	14	200	1,5	58
Ikan kembung	103	0	1	22	30	0,05	0	20	200	1	80
Telur ayam	162	0,7	11,5	12,8	900	0,1	0	54	180	2,7	90
Tahu	68	1,6	4,6	7,8	0	0,06	0	124	63	0,8	100
Tempe	149	12,7	4	18,3	50	0,17	0	129	154	10	100
Kacang panjang	44	7,8	0,3	2,7	335	0,13	21	49	347	0,7	75
Kangkung	29	5,4	0,3	3	6300	0,07	32	73	50	2,5	70
Pepaya	46	12,2	0	0,5	365	0,04	78	23	12	1,7	75
Pisang	99	25,8	0,2	1,2	146	0,08	3	8	28	0,5	75
Santan	122	7,6	10	2	0	0	2	25	30	0,1	100
Minyak goreng	900	0	100	0	216,16	0	0	0	0	0	100

Sumber : Budiyanto, 2004.

Lampiran 4.

KOMPOSISI BAHAN MAKANAN (yang dapat dimakan)

Bahan Makanan (j)	Kalori (kal)	Karbohidrat (gr)	Lemak (gr)	Protein (gr)	Vitamin A (S.I)	Vitamin B1 (mg)	Vitamin C (mg)	Kalsium (mg)	Phospor (mg)	Besi (mg)
Beras	3,6	0,789	0,007	0,068	0	0,0012	0	0,06	1,40	0,008
Jagung	1,26	0,2979	0,0117	0,0423	3,915	0,00216	0,072	0,054	1,062	0,0063
Singkong	1,095	0,26025	0,00225	0,009	0	0,00045	0,225	0,2475	0,30	0,0053
Ayam	1,7512	0	0,145	0,1056	4,70	0,0005	0	0,0812	1,16	0,0087
Ikan kembung	0,824	0	0,008	0,176	0,24	0,0004	0	0,16	1,60	0,008
Telur ayam	1,458	0,0063	0,1035	0,1152	8,10	0,0009	0	0,486	1,62	0,0243
Tahu	0,68	0,016	0,046	0,078	0	0,0006	0	1,24	0,63	0,008
Tempe	1,49	0,127	0,04	0,183	0,50	0,0017	0	1,29	1,54	0,1
Kacang panjang	0,33	0,0585	0,00225	0,0203	2,5125	0,000975	0,1575	0,3675	2,6025	0,0053
Kangkung	0,203	0,0378	0,0021	0,021	44,10	0,00049	0,224	0,511	0,35	0,0175
Pepaya	0,345	0,0915	0	0,0038	2,7375	0,0003	0,585	0,1725	0,09	0,0128
Pisang	0,7425	0,1935	0,0015	0,009	1,095	0,0006	0,0225	0,06	0,21	0,00375
Santan	1,22	0,076	0,10	0,02	0	0	0,02	0,25	0,30	0,001
Minyak goreng	9,00	0	1,00	0	2,1616	0	0	0	0	0

Sumber : Data diolah.

Lampiran 5.

ANGKA KECUKUPAN GIZI YANG DIANJURKAN (AKG)

Golongan Umur (thn)	Berat Badan (kg)	Tinggi Badan (kg)	Kalori (kal)	Protein (gr)	Vitamin A (S.I)	Vitamin B1 (mg)	Vitamin C (mg)	Kalsium (mg)	Phospor (mg)	Besi (mg)
20-45 (Pria)	62	165	2800	55	700	1,2	60	500	500	13
20-45 (Wanita)	54	156	2200	48	500	1	60	500	450	26

Sumber : Irianto, 2007.

Lampiran 6.

Hasil Output Kasus Satu untuk Pria Dewasa

Beras-Kembung-Tempe-KacangPanjang-Pisang-MinyakGoreng-Singkong Solution										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7		RHS	Dual
Minimize	4,6	8,	8,	4,	3,	10,5	1,2			
Constraint 1	3,6	0,824	1,49	0,33	0,7425	9,	1,095	>=	2.800,	-10,0919
Constraint 2	0,789	0,	0,127	0,0585	0,1935	0,	0,2603	>=	420,	0,
Constraint 3	0,789	0,	0,127	0,0585	0,1935	0,	0,2603	<=	455,	39,5289
Constraint 4	0,007	0,008	0,04	0,0023	0,0015	1,	0,0023	=	62,2	82,5787
Constraint 5	0,068	0,176	0,183	0,0203	0,009	0,	0,009	>=	55,	0,
Constraint 6	0,068	0,176	0,183	0,0203	0,009	0,	0,009	<=	140,	0,
Constraint 7	0,	0,24	0,5	2,5125	1,095	2,1622	0,	>=	700,	-1,0415
Constraint 8	0,0012	0,0004	0,0017	0,001	0,0006	0,	0,0005	>=	1,2	0,
Constraint 9	0,	0,	0,	0,1575	0,0225	0,	0,225	>=	60,	-2,1142
Constraint 10	0,06	0,16	1,29	0,3675	0,06	0,	0,2475	>=	500,	-0,5935
Constraint 11	1,4	1,6	1,54	2,6025	0,21	0,	0,3	>=	500,	0,
Constraint 12	0,008	0,008	0,1	0,0053	0,0038	0,	0,0053	>=	13,	0,
Solution->	471,3714	64,1993	279,9279	176,7769	0,	46,4704	142,9229		\$6.287,88	

Sumber Pengolahan data : QM for Windows.

Lampiran 7.

Hasil Output Kasus Dua untuk Pria Dewasa

Beras-Ayam-Tempe-KacangPanjang-Pepaya-Santan-MinyakGoreng Solution										
	X1	X2	X3	X4	X5	X7	X8		RHS	Dual
Minimize	4,6	17,5	8,	4,	4,	2,	10,5			
Constraint 1	3,6	1,7516	1,49	0,33	0,345	1,22	9,	>=	2.800,	-11,3975
Constraint 2	0,789	0,	0,127	0,0585	0,0915	0,076	0,	>=	420,	0,
Constraint 3	0,789	0,	0,127	0,0585	0,0915	0,076	0,	<=	455,	45,3353
Constraint 4	0,007	0,145	0,04	0,0023	0,	0,1	1,	=	62,2	94,4743
Constraint 5	0,068	0,1056	0,183	0,0203	0,0038	0,02	0,	>=	55,	0,
Constraint 6	0,068	0,1056	0,183	0,0203	0,0375	0,02	0,	<=	140,	0,
Constraint 7	0,	4,7	0,5	2,5125	2,7375	0,	2,1622	>=	700,	-1,1087
Constraint 8	0,0012	0,0005	0,0017	0,001	0,0003	0,	0,	>=	1,2	0,
Constraint 9	0,	0,	0,	0,1575	0,585	0,02	0,	>=	60,	-2,0189
Constraint 10	0,06	0,0812	1,29	0,3675	0,1725	0,25	0,	>=	500,	0,
Constraint 11	1,4	1,16	1,54	2,6025	0,09	0,3	0,	>=	500,	0,
Constraint 12	0,008	0,0087	0,1	0,0053	0,0128	0,001	0,	>=	13,	0,
Solution->	503,344	0,	360,1038	81,0197	80,7511	0,	44,0902		\$6.306,24	

Sumber Pengolahan data : QM for Windows.

Lampiran 8.

Hasil Output Kasus Tiga untuk Pria Dewasa

Beras-TelurAyam-Tahu-Kangkung-Pisang-Jagung-MinyakGoreng Solution										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7		RHS	Dual
Minimize	4,6	11,8	5,	3,5	3,	5,	10,5			
Constraint 1	3,6	1,458	0,68	0,203	0,7425	1,26	9,	>=	2.800,	-19,3786
Constraint 2	0,789	0,0063	0,016	0,0378	0,1935	0,2979	0,	>=	420,	0,
Constraint 3	0,789	0,0063	0,016	0,0378	0,1935	0,2979	0,	<=	455,	82,8801
Constraint 4	0,007	0,1035	0,046	0,0021	0,0015	0,0117	1,	=	62,2	163,9075
Constraint 5	0,068	0,1152	0,078	0,021	0,009	0,0423	0,	>=	55,	0,
Constraint 6	0,068	0,1152	0,078	0,021	0,009	0,0423	0,	<=	140,	0,
Constraint 7	0,	8,1	0,	44,1	1,095	3,915	2,1622	>=	700,	0,
Constraint 8	0,0012	0,0009	0,0006	0,0005	0,0006	0,0022	0,	>=	1,2	-1.147,28
Constraint 9	0,	0,	0,	0,224	0,0225	0,072	0,	>=	60,	-11,0761
Constraint 10	0,06	0,486	1,24	0,511	0,06	0,054	0,	>=	500,	0,
Constraint 11	1,4	1,62	0,63	0,35	0,21	1,062	0,	>=	500,	0,
Constraint 12	0,008	0,0243	0,008	0,0175	0,0038	0,0063	0,	>=	13,	0,
Solution->	557,6266	324,7615	178,8553	267,8572	0,	0,	15,894		\$8.395,93	

Sumber Pengolahan data : QM for Windows.

Lampiran 9.

Hasil Output Kasus Satu untuk Wanita Dewasa

Beras-Kembung-Tempe-KacangPanjang-Pisang-MinyakGoreng-Singkong Solution										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7		RHS	Dual
Minimize	4,6	8,	8,	4,	3,	10,5	1,2			
Constraint 1	3,6	0,824	1,49	0,33	0,7425	9,	1,095	>=	2.200,	-7,6007
Constraint 2	0,789	0,	0,127	0,0585	0,1935	0,	0,2603	>=	330,	0,
Constraint 3	0,789	0,	0,127	0,0585	0,1935	0,	0,2603	<=	357,5	28,4432
Constraint 4	0,007	0,008	0,04	0,0023	0,0015	1,	0,0023	=	49,	60,2082
Constraint 5	0,068	0,176	0,183	0,0203	0,009	0,	0,009	>=	48,	0,
Constraint 6	0,068	0,176	0,183	0,0203	0,009	0,	0,009	<=	110,	0,
Constraint 7	0,	0,24	0,5	2,5125	1,095	2,1622	0,	>=	500,	-1,0646
Constraint 8	0,0012	0,0004	0,0017	0,001	0,0006	0,	0,0005	>=	1,	0,
Constraint 9	0,	0,	0,	0,1575	0,0225	0,	0,225	>=	60,	0,
Constraint 10	0,06	0,16	1,29	0,3675	0,06	0,	0,2475	>=	500,	-1,6769
Constraint 11	1,4	1,6	1,54	2,6025	0,21	0,	0,3	>=	450,	0,
Constraint 12	0,008	0,008	0,1	0,0053	0,0038	0,	0,0053	>=	26,	0,
Solution->	330,0874	0,	302,5054	109,6397	0,	33,8909	200,6877		\$4.973,68	

Sumber Pengolahan data : QM for Windows.

Lampiran 10

Hasil Output Kasus Dua untuk Wanita Dewasa

Beras-Ayam-Tempe-KacangPanjang-Pepaya-Santan-MinyakGoreng Solution										
	X1	X2	X3	X4	X5	X7	X8		RHS	Dual
Minimize	4,6	17,5	8,	4,	4,	2,	10,5			
Constraint 1	3,6	1,7516	1,49	0,33	0,345	1,22	9,	>=	2.200,	-4,6363
Constraint 2	0,789	0,	0,127	0,0585	0,0915	0,076	0,	>=	330,	0,
Constraint 3	0,789	0,	0,127	0,0585	0,0915	0,076	0,	<=	357,5	15,2642
Constraint 4	0,007	0,145	0,04	0,0023	0,	0,1	1,	=	49,	32,9717
Constraint 5	0,068	0,1056	0,183	0,0203	0,0038	0,02	0,	>=	48,	0,
Constraint 6	0,068	0,1056	0,183	0,0203	0,0375	0,02	0,	<=	110,	0,
Constraint 7	0,	4,7	0,5	2,5125	2,7375	0,	2,1622	>=	500,	-0,807
Constraint 8	0,0012	0,0005	0,0017	0,001	0,0003	0,	0,	>=	1,	0,
Constraint 9	0,	0,	0,	0,1575	0,585	0,02	0,	>=	60,	-1,8126
Constraint 10	0,06	0,0812	1,29	0,3675	0,1725	0,25	0,	>=	500,	-3,0588
Constraint 11	1,4	1,16	1,54	2,6025	0,09	0,3	0,	>=	450,	0,
Constraint 12	0,008	0,0087	0,1	0,0053	0,0128	0,001	0,	>=	26,	0,
Solution->	366,9447	0,	294,4178	45,5676	81,0715	269,8137	7,5708		\$5.168,96	

Sumber Pengolahan data : QM for Windows

Lampiran 11.

Hasil Output Kasus Tiga untuk Wanita Dewasa

Beras-TelurAyam-Tahu-Kangkung-Pisang-Jagung-MinyakGoreng Solution										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7		RHS	Dual
Minimize	4,6	11,8	5,	3,5	3,	5,	10,5			
Constraint 1	3,6	1,458	0,68	0,203	0,7425	1,26	9,	>=	2.200,	-12,6898
Constraint 2	0,789	0,0063	0,016	0,0378	0,1935	0,2979	0,	>=	330,	0,
Constraint 3	0,789	0,0063	0,016	0,0378	0,1935	0,2979	0,	<=	357,5	52,9716
Constraint 4	0,007	0,1035	0,046	0,0021	0,0015	0,0117	1,	=	49,	103,7082
Constraint 5	0,068	0,1152	0,078	0,021	0,009	0,0423	0,	>=	48,	0,
Constraint 6	0,068	0,1152	0,078	0,021	0,009	0,0423	0,	<=	110,	0,
Constraint 7	0,	8,1	0,	44,1	1,095	3,915	2,1622	>=	500,	0,
Constraint 8	0,0012	0,0009	0,0006	0,0005	0,0006	0,0022	0,	>=	1,	0,
Constraint 9	0,	0,	0,	0,224	0,0225	0,072	0,	>=	60,	0,
Constraint 10	0,06	0,486	1,24	0,511	0,06	0,054	0,	>=	500,	0,
Constraint 11	1,4	1,62	0,63	0,35	0,21	1,062	0,	>=	450,	0,
Constraint 12	0,008	0,0243	0,008	0,0175	0,0038	0,0063	0,	>=	26,	-179,6621
Solution->	407,6772	287,3614	0,	900,326	0,	0,	14,5137		\$8.569,71	

Sumber Pengolahan data : QM for Windows.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

