PENYELESAIAN PROGRAM LINEAR MENGGUNAKAN METODE KARMARKAR

SKRIPSI

Oleh:
SILFIA RUSDIANA
0710940036-94

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2011

PENYELESAIAN PROGRAM LINEAR MENGGUNAKAN METODE KARMARKAR

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Matematika

Oleh :

SILFIA RUSDIANA

0710940036-94

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

JURUSAN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2011

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PENYELESAIAN PROGRAM LINEAR MENGGUNAKAN METODE KARMARKAR

Oleh:
SILFIA RUSDIANA
0710940036-94

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji pada tanggal 26 Oktober 2011 dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang Matematika

Pembimbing I	Pembimbing II
Drs. Marsudi, MS	**Prof. Dr. Marjono, M. Phil**
NIP. 196101171988021002	**NIP. 196211161988031004**

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Dr. Abdul Rouf A., MSc
NIP. 196709071992031001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	**: Silfia Rusdiana**
NIM	**: 0710940036-94**
Jurusan	**: Matematika**
Penulis Skripsi berjudul	**: Penyelesaian Program Linear Menggunakan Metode Karmarkar**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. **Skripsi ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam Daftar Pustaka, semata-mata digunakan sebagai acuan.**
2. **Apabila di kemudian hari diketahui bahwa isi Skripsi saya merupakan hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung akibat hukum dari keadaan tersebut.**

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 26 Oktober 2011
Yang menyatakan,

(Silfia Rusdiana)
NIM 0710940036

PENYELESAIAN PROGRAM LINEAR MENGGUNAKAN METODE KARMARKAR

ABSTRAK

Program linear merupakan suatu cara yang lazim digunakan dalam pemecahan masalah pengalokasian sumber-sumber yang terbatas secara optimal. Metode penyelesaian permasalahan program linear antara lain, metode simpleks, metode grafik, dan metode Karmarkar. Dua metode pertama telah banyak digunakan dan banyak dikenal, tetapi metode yang terakhir kurang banyak dikenal karena metode ini merupakan metode baru dari penyelesaian program linear. Metode Karmarkar mempunyai permasalahan tersendiri agar dapat diselesaikan dengan Algoritma Karmarkar. Metode Karmarkar merupakan algoritma titik interior yang memotong daerah layak untuk mencapai suatu penyelesaian optimal. Keuntungan utama dari algoritma Karmarkar adalah iterasi lebih pendek untuk masalah jumlah variabel dan kendala yang sangat banyak. Oleh karena itu, pada skripsi ini akan dibahas tentang penyelesaian program linear menggunakan metode Karmarkar. Contoh penerapannya pada kasus pemenuhan gizi harian dengan biaya minimum. Tujuan skripsi ini adalah untuk memformulasikan program linear umum ke bentuk Karmarkar dan menyelesaikan masalah program linear menggunakan metode Karmarkar pada kasus pemenuhan kebutuhan gizi harian dengan biaya minimum. Solusi optimal untuk setiap model program linear menggambarkan syarat kecukupan gizi yang dibutuhkan dengan biaya minimum, yang diperoleh dari fungsi tujuan dan kendala-kendalanya. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pria dewasa dengan berat badan normal akan membutuhkan biaya sebesar delapan ribu seratus rupiah, sedangkan pada wanita dewasa dengan berat badan normal akan membutuhkan biaya yang lebih murah dari pria dewasa yaitu lima ribu enam ratus rupiah.

Kata kunci: Program linear, Metode Karmarkar, Kebutuhan gizi harian

SOLVING LINEAR PROGRAMMING USE KARMARKAR'S METHOD

ABSTRACT

Linear Programming is a common way used in problem solving allocating limited resources optimally. Completion method of linear programming problems including, the simplex method, graphical method, and method of Karmarkar. The first two methods have been mostly used and known, but the latter method is less known as it is the newest method to solve linear programs. Karmarkar method has own problems to be solved by Karmarkar Algorithm. The Karmarkar method's is an interior point algorithm that cutting area feasible to achieve optimal solution. The main advantage of the Karmarkar algorithm is the iteration is shorter for more sum of variables and constraints problem. Therefore, in this thesis will be discussed about the solution of linear programming use Karmarkar method's. Examples of its application in the case of the fulfillment of daily nutrition with minimum cost. The objective of this thesis is to formulate a general linear program to Karmarkar form and solve linear programming problems using Karmarkar's method in the case of fulfillment the daily nutritional requirement with minimum cost. The optimal solution to any linear program model will reflect standardized nutrient requirement with minimum cost that are captured by the objective function and constraints. The calculation result show that adult man with normal weight will need cost eight thousand one hundred rupiahs. On the other side, adult woman with normal body weight will need cost cheaper than a grown man which is five thousand six hundred rupiahs.

Keywords: Linear programming, Karmarkar's Method, The daily nutrient need

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah S.W.T. yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan lancar. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad S.A.W. sebagai suri tauladan bagi penulis.

Skripsi ini tidak dapat diselesaikan dengan baik tanpa bantuan, bimbingan serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Drs. Marsudi, MS., selaku dosen pembimbing I atas waktu dan bimbingan yang telah diberikan.
2. Prof. Dr. Marjono M.Phil., selaku pembimbing II atas segala bimbingan yang telah diberikan.
3. Drs. Imam Nurhadi P., MT., Dra. Endang Wahyu H., MSi., Kwardiniya A., SSi., MSi., selaku dosen penguji atas segala saran yang diberikan untuk perbaikan skripsi ini.
4. Seluruh bapak / ibu dosen Jurusan Matematika yang telah memberikan ilmunya kepada penulis, serta segenap staf dan karyawan TU Jurusan Matematika atas segala bantuannya.
5. Bapak (Alm.), Ibu, Kakakku Arief Wahyudi (Alm.), yang selalu memberikan kasih sayang dan semangatnya.
6. Wahana, Renky, Krisnina, Sellyn, Afirst, Dwik, Laila, Fadli, dan juga teman-teman Matematika 2007 serta 2006 yang tercinta atas bantuan, dukungan, dan informasi yang telah diberikan selama penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran melalui email penulis silvino.gbastian@yahoo.com. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, 26 Oktober 2011

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

Halaman

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan yang pesat di bidang ilmu dan teknologi dewasa ini menuntut adanya kemampuan manusia dalam mempertimbang-kan segala kemungkinan sebelum mengambil keputusan atau tindakan. Pertimbangan-pertimbangan naluriah atau dengan perkiraan-perkiraan kualitatif yang sederhana pada dasarnya hanya dapat dipertanggungjawabkan untuk keputusan-keputusan sederhana pula. Keputusan-keputusan, terutama di dunia usaha yang mengandung resiko besar tentunya perlu didukung oleh perhitungan-perhitungan yang matang agar resiko kerugian dapat dihindari. Tentu saja pada keadaan tersebut pertimbangan-pertimbangan naluriah saja tidak cukup, sehingga diperlukan peralatan-peralatan, teknik-teknik atau metode-metode kuantitatif yang lebih lengkap untuk memecahkannya.

Dalam kehidupan sehari-hari banyak dijumpai permasalahan yang menginginkan suatu penyelesaian secara optimal, hal ini dapat dilihat dari usaha memaksimalkan atau meminimalkan sumber-sumber yang terbatas. Sumber-sumber tersebut antara lain mesin, tenaga kerja, bahan baku, peralatan, dan lain sebagainya. Dengan alasan itulah diperkenalkan riset operasi (*operation research*) yang pada prinsipnya berisi teknik kuantitatif yang banyak dipakai dalam pengambilan keputusan.

Program linear merupakan suatu cara yang lazim digunakan dalam pemecahan masalah pengalokasian sumber-sumber yang terbatas secara optimal. Persoalan pengalokasian akan muncul apabila seseorang diharuskan untuk memilih atau menentukan tingkat aktifitas yang akan dilakukannya, dimana masing-masing aktifitas membutuhkan sumber yang sama sedangkan jumlahnya terbatas.

Selama ini telah ada beberapa metode penyelesaian permasala-han program linear, antara lain: metode simpleks, metode grafik, dan metode Karmarkar. Dua metode pertama telah banyak digunakan dan dikenal, tetapi metode yang terakhir kurang banyak dikenal karena metode ini merupakan metode baru dari penyelesaian program linear dan penelitian tentang metode ini terus dilakukan oleh para ilmuwan.

Menurut Hillier and Lieberman (1990), pada tahun 1984, Narendra Karmarkar dari AT & T Bell menerbitkan suatu karya tulis mengenai algoritma baru untuk menyelesaikan persoalan-persoalan pemrograman linear yang mempunyai jumlah variabel dan kendala yang sangat banyak.

Algoritma Karmarkar ini merupakan algoritma titik interior yang memotong daerah layak untuk mencapai suatu penyelesaian optimal.

Oleh karena itu pada skripsi ini akan dibahas tentang penyelesaian program linear menggunakan metode Karmarkar dengan penerapannya pada kasus kandungan gizi dari sejumlah makanan yang berbeda-beda untuk memenuhi persyaratan gizi harian dengan biaya minimum. Penyelesaian dari masalah ini dikerjakan dengan software MATLAB.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang sebelumnya, maka dapat dirumuskan permasalahan dari penulisan skripsi ini yaitu:

1. Bagaimana memformulasikan masalah program linear umum ke dalam bentuk Karmarkar?
2. Bagaimana menyelesaikan masalah program linear menggunakan metode Karmarkar pada kasus pemenuhan kebutuhan gizi harian dengan biaya minimum?

1.3 Batasan Masalah

Untuk membatasi meluasnya permasalahan yang ada, maka pembahasan dibatasi pada:

1. Kandungan gizi masing-masing jenis makanan dan harga jenis makanan tetap.
2. Dikhususkan pada kebutuhan gizi pria dan wanita dewasa (20-45 tahun) dengan berat badan normal (laki-laki = 62 kg ; wanita = 54 kg).
3. Lauk, sayuran dan buah diukur dalam keadaan mentah.
4. Menu disajikan dalam sehari dan difokuskan pada tiga kasus kombinasi makanan yang dibentuk berdasarkan data yang tersedia, yaitu:
   - Kombinasi 1: beras, ikan kembung, tempe, kacang panjang, pisang, minyak goreng dan singkong.
   - Kombinasi 2: beras, ayam, tempe, kacang panjang, pepaya, santan dan minyak goreng.
   - Kombinasi 3 : beras, telur ayam, tahu, kangkung, pisang, jagung dan minyak goreng.

1.4 Tujuan

Tujuan penulisan skripsi ini adalah:

1. Memformulasikan program linear umum ke dalam bentuk Karmarkar.
2. Menyelesaikan masalah program linear menggunakan algoritma Karmarkar pada kasus pemenuhan kebutuhan gizi harian dengan biaya minimum.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Matriks

Sebuah matriks adalah susunan segi empat siku-siku dari bilangan-bilangan, dapat dinyatakan oleh

$$A = (a_{ij}),$$

dan a_{ij} dinamakan entri dalam matriks.

2.1.1 Jenis-JenisMatriks

Ada beberapa jenis matriks, antara lain:

1. Matriks Diagonal
   Jika $A = (a_{ij})$ adalah matriks $m \times m$, maka A dikatakan matriks diagonal jika
   $$A = \begin{cases} a_{ij}, & i = j \\ 0, & i \neq j \end{cases}$$
   dengan $i, j = 1,2, \dots, m$.
2. Matriks Transpos
   Jika $A = (a_{ij})$ adalah matriks $m \times n$, maka transpos A dinyatakan oleh
   $$A^T = (a_{ji}),$$
   dengan $i = 1,2, \dots, m$ dan $j = 1,2, \dots, n$.

2.1.2 Operasi Matriks

Beberapa definisi dari operasi matriks antara lain:

1. Jika $A = (a_{ij})$ dan $B = (b_{ij})$ adalah sebarang dua matriks $m \times n$, maka penjumlah A dan B adalah
   $$(A + B) = (a_{ij} + b_{ij}),$$
   dengan $i = 1,2, \dots, m$ dan $j = 1,2, \dots, n$.
2. Perkalian Matriks
   a. Perkalian dua matriks
   Jika $A = (a_{ij})$ adalah matriks $m \times r$ dan $B = (b_{ij})$ adalah matriks $r \times n$, maka hasil kali A dan B adalah
   $$(AB) = (c_{ij}),$$

dimana

$$c_{ij} = \sum_{k=1}^{r} a_{ik} b_{kj} \,,$$

dengan $i = 1,2,\dots,m$ dan $j = 1,2,\dots,n$.

b. Perkalian skalar

Jika $A = (a_{ij})$ adalah matriks $m \times n$ dan c adalah suatu skalar maka hasil kali A dan c adalah

$$c(A) = (ca_{ij}),$$

dengan $i = 1,2,\dots,m$ dan $j = 1,2,\dots,n$.

3. Determinan Matriks

Jika A adalah sebarang matriks $n\,x\,n$, maka minor anggota a_{ij} dinyatakan oleh M_{ij} dan didefinisikan sebagai determinan sub-matriks yang masih tersisa setelah baris ke-i dan kolom ke–j dihilangkan dari A. Bilangan $(-1)^{i+j}M_{ij}$ dinyatakan oleh C_{ij} dan disebut kofaktor anggota a_{ij}. Determinan suatu matriks A yang berukuran $n\,x\,n$ dapat dihitung dengan mengalikan anggota-anggota pada sebarang baris (atau kolom) dengan kofaktornya dan menjumlahkan hasil kali yang dihasilkan, yaitu untuk setiap $1 \le i \le n$ dan $1 \le j \le n$,

$$det(A) = a_{1j}.C_{1j} + a_{2j}.C_{2j} + \dots + a_{nj}.C_{nj}$$

(perluasan kofaktor sepanjang kolom ke-j),

$$det(A) = a_{i1}.C_{i1} + a_{i2}.C_{i2} + \dots + a_{in}.C_{in}$$

(perluasan kofaktor sepanjang baris ke-i).

4. Adjoin Matriks

Jika A adalah sebarang matriks berukuran $n\,x\,n$ dan C_{ij} adalah kofaktor dari a_{ij}, maka matriks:

$$\begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} & \cdots & C_{1n} \\ C_{21} & C_{22} & \cdots & C_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ C_{n1} & C_{n2} & \cdots & C_{nn} \end{pmatrix}$$

disebut matriks kofaktor dari A. Transpos dari matriks ini disebut adjoin A dan dinyatakan oleh adj (A).

5. Invers Matriks

   Jika $A = (a_{ij})$ adalah matriks $m \times m$, maka invers A dinyatakan oleh

$$A^{-1} = \frac{1}{det\ A}\ adj\ A$$

   dengan $i, j = 1,2, \ldots, m$.

(Anton, 1995)

2.2 Program Linear

Program Linear merupakan metode yang baik untuk menyelesaikan persoalan pengalokasian sumber atau dengan kata lain Program Linear menggunakan suatu model matematis untuk menggambarkan masalah yang dihadapi. Membuat Program Linear adalah membuat rencana-rencana kegiatan untuk memperoleh hasil yang optimal. Dikatakan optimal jika mencapai tujuan yang ditentukan. Pencapaian tujuan tersebut adalah dengan cara yang paling baik atau sesuai model matematis di antara semua alternatif yang mungkin (Hillier dan Lieberman,1990).

Tujuan Program Linear adalah menemukan beberapa kombinasi alternatif pemecahan masalah, kemudian dipilih yang terbaik dalam menyusun strategi dan langkah-langkah kebijakan lebih lanjut tentang alokasi sumber daya dan dana yang terbatas.

Program Linear menekankan pada alokasi optimal atau kombinasi optimum sebagai suatu langkah kebijakan yang telah dipertimbangkan dari segala segi untung dan rugi, efisien dan efektif. Alokasi optimal tersebut adalah memaksimumkan atau meminimumkan fungsi tujuan yang memenuhi persyaratan-persyaratan yang dikehendaki oleh kendala dalam bentuk ketidaksamaan linear (Nasendi dan Anwar, 1985).

Menurut Supranto (1983), permasalahan Program Linear memenuhi hal-hal berikut.

1. Tujuan

   Tujuan yang akan dicapai harus dapat dinyatakan dalam bentuk fungsi linear. Fungsi ini disebut fungsi tujuan (*objective function*). Fungsi tujuan dapat berupa dampak-dampak positif, manfaat-manfaat, keuntungan-keuntungan dan kebaikan-kebaikan yang ingin dimaksimumkan, atau dampak negatif, kerugian-kerugian, resiko-resiko, biaya-biaya, jarak, waktu dan sebagainya yang ingin diminimumkan.
2. Sumber daya

   Sumber daya yang dianalisis harus berada dalam keadaan yang terbatas. Misalnya, keterbatasan waktu, keterbatasan biaya, keterbatasan tenaga, keterbatasan luas tanah, keterbatasan ruangan dan lain-lain. Pembatasan-pembatasan harus dinyatakan dalam ketidaksamaan linear (*linear inequality*).

3. Keterkaitan variabel
   Variabel-variabel yang membentuk fungsi tujuan dan kendala harus memiliki hubungan fungsional atau hubungan keterkaitan. Hubungan keterkaitan tersebut dapat diartikan sebagai hubungan yang saling mempengaruhi, hubungan interaksi, interdependensi, timbal-balik, saling menunjang, dan sebagainya.
4. Kepastian (*certainly*)
   Semua parameter dari variabel keputusan yaitu c_j, a_{ij}, dan b_j diketahui dan ditentukan secara pasti.

Rumusan umum bentuk baku suatu program linear dapat dinyatakan sebagai berikut:

Dicari nilai $x_1, x_2, \dots, x_n$ yang dapat menghasilkan berbagai kombinasi optimum (maksimum atau minimum).

Fungsi tujuan:

Maks/Min $Z = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \cdots + c_nx_n$

kendala:

$$
\begin{aligned}
&a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \le atau \ge b_1 \\
&a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \le atau \ge b_2 \\
&a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + \dots + a_{3n}x_n \le atau \ge b_3 \\
&\quad \cdots \qquad \cdots \qquad \cdots \\
&a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \le atau \ge b_m
\end{aligned}
$$

$x_j \ge 0$ untuk $j = 1, 2, \dots, n$.

Menggunakan notasi sigma:

fungsi tujuan maks/min $Z = \sum_{j=1}^{n} c_jx_j$, untuk $j = 1, 2, \dots, n$

kendala $\sum_{j=1}^{n} a_{ij}x_j \le atau \ge b_i$

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

dan $x_j \ge 0$.

Dengan :

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

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

i = nomor setiap macam sumber atau fasilitas yang tersedia ($i = 1, 2, \dots, m$).

j = nomor setiap macam kegiatan yang menggunakan sumber atau fasilitas yang tersedia ($j = 1,2,\ldots.,n$).

c_j = koefisien harga variabel pengambilan keputusan dalam fungsi tujuan atau parameter yang dijadikan kriteria optimasi.

x_j = variabel pengambilan keputusan yang harus dicari atau variabel aktivitas (keluaran atau *output*).

a_{ij} = konstanta variabel aktivitas ke-j dalam pembatasan (kendala) ke-i.

b_i = sumber daya yang terbatas atau konstanta (nilai sebelah kanan) dari pembatas ke-i, yang membatasi aktivitas berkaitan dengan usaha mengoptimalkan fungsi tujuan, juga disebut sebagai masukan (*input*).

Z = nilai skalar yang berkaitan dengan kriteria pengambilan keputusan fungsi tujuan.

Keseluruhan simbol-simbol di atas selanjutnya disusun ke dalam bentuk tabel standar program linear seperti tampak pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tabel Dasar Program Linear

Sumber Daya	Pemakaian sumber per unit kegiatan (Keluaran)					Kapasitas Sumber Daya
	1	2	3	$\cdots$	n	
1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	$\cdots$	a_{1n}	b_1
2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	$\cdots$	a_{2n}	b_2
3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	$\cdots$	a_{3n}	b_3
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$
m	a_{m1}	a_{m2}	a_{m3}	$\cdots$	a_{mn}	b_m
ΔZ (Pertambahan tiap unit)	c_1	c_2	c_3	$\cdots$	c_n	
Tingkat Kegiatan	x_1	x_2	x_3	$\cdots$	x_n	

(Subagyo, 1985)

2.2.1 Karakteristik Program Linear

Menurut Dimyati (1987), Program Linear memiliki beberapa asumsi, yaitu :

a. Proportionality

Asumsi ini berarti bahwa naik turunnya nilai z dan penggunaan sumber atau fasilitas yang tersedia akan berubah secara sebanding (proporsional) dengan perubahan tingkat kegiatan.

Misal :

1. $Z = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + ... + c_nx_n$

Setiap penambahan 1 unit x_1 akan menaikkan Z dengan c_1, setiap penambahan 1 unit x_2 akan menaikkan Z dengan c_2, dan seterusnya.

2. $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \ldots + a_{1n}x_n \geq b_1$

Setiap pertambahan 1 unit x_1 akan menaikkan penggunaan sumber / fasilitas 1 dengan a_{11}. Setiap pertambahan 1 unit x_2 akan menaikan penggunaan sumber / fasilitas 1 dengan a_{12}, dan seterusnya.

b. *Addivity*

Asumsi ini berarti bahwa nilai tujuan tiap kegiatan tidak saling mempengaruhi, atau dalam program linear dianggap bahwa kenaikan dari nilai tujuan (z) yang diakibatkan oleh kenaikan suatu kegiatan dapat ditambahkan tanpa mempengaruhi bagian nilai z yang diperoleh dari kegiatan lain.

Misal $Z = 3x_1 + 5x_2$

di mana $x_1 = 10$; $x_2 = 2$

sehingga $Z = 30 + 10 = 40$.

Andaikata x_1 bertambah 1 unit, maka sesuai dengan asumsi pertama, nilai z menjadi $40 + 3 = 43$. Jadi nilai 3 karena kenaikan x_1 dapat langsung ditanbahkan pada nilai z mula-mula tanpa mengurangi bagian z yang diperoleh dari kegiatan 2 (x_2). Dengan kata lain, tidak ada korelasi antar x_1 dan x_2.

c. *Divisibility*

Asumsi ini menyatakan bahwa keluaran (*output*) yang dihasilkan oleh setiap kegiatan dapat berupa bilangan pecahan. Demikian pula dengan nilai z yang dihasilkan.

Misal : $x_1 = 6{,}5$; $z = 1.000{,}75$.

d. *Deterministic (Certainty)*

Asumsi ini menyatakan bahwa semua parameter yang terdapat dalam model program linear (a_{ij}, b_i, c_j) dapat diperkirakan dengan pasti, meskipun jarang dengan tepat.

2.2.2 Model Program Linear Standart dalam Bentuk Matriks

Metode simpleks bersifat iteratif, yang bergerak langkah demi langkah, dimulai dari suatu titik ekstrim pada daerah fisibel menuju ke titik ekstrim yang optimum. Untuk lebih memahami uraian selanjutnya, berikut ini diberikan pengertian dari beberapa terminologi dasar. Untuk itu, perhatikan kembali permasalahan model program linear dengan kendala linear dan variabel keputusan berikut ini:

Maksimumkan $Z = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \cdots + c_nx_n$ (2.1) berdasarkan kendala linear:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \le b_1$$
$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \le b_2$$
$$a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + \dots + a_{3n}x_n \le b_3 \qquad (2.2)$$
$$\dots \qquad \dots \qquad \dots$$
$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \le b_m$$

$$x_j \ge 0 \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, n. \qquad (2.3)$$

Didefinisikan:

$$\boldsymbol{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}; \boldsymbol{C} = [c_1\, c_1 \dots c_1]; \boldsymbol{X} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}; \boldsymbol{b} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix}$$

maka pembatas linear dari permasalahan model program linear pada persamaan (2.2) dapat dinyatakan dalam bentuk matriks yang sesuai dengan Difinisi 2.1 sebagai berikut:

Definisi 2.1 (Bentuk standar suatu program linear dalam bentuk matriks)

Suatu PL (program linear) didefinisikan mempunyai bentuk standar:

Maksimumkan / minimumkan $Z = \boldsymbol{CX}$

terhadap $(\boldsymbol{A}, \mathbf{I})\boldsymbol{X} = \boldsymbol{b}$

$$\boldsymbol{X} \ge 0 \qquad (2.4)$$

sisi kanan diharapkan bersifat tak negatif dalam kasus metode simpleks primal. Dengan $\boldsymbol{C}$ adalah vektor baris berdimensi n, $\boldsymbol{X}$ vektor kolom berdimensi n, vektor $\boldsymbol{b}$ vektor kolom berdimensi m, sedangkan $(\boldsymbol{A}, \boldsymbol{I})$ berupa matriks berordo $m \times n$ yang disebut sebagai matriks kendala (Gamal dan Bahri, 2003).

Matriks Identitas $\boldsymbol{I}$ dapat selalu dibuat untuk tampil sebagaimana diperlihatkan dalam persamaan batasan dengan menambahkan atau mengatur susunan variabel *slack*, *surplus*, atau variabel buatan sebagaimana diperlukan. Ini berarti bahwa n elemen dari vektor $\boldsymbol{X}$ mencakup setiap variabel *slack*, *surplus*, dan variabel buatan yang ditambahkan, dengan m elemen paling kanan mewakili variabel pemecahan awal (Taha,1996).

Misalkan PL (2.4) akan diselesaikan dengan metode simpleks, maka diasumsikan masalah PL (2.4) tidak *degenerate* (menurun). Pada PL (2.4), vektor $\boldsymbol{X}$ yang memenuhi kendala $(\boldsymbol{A}, \boldsymbol{I})\boldsymbol{X} = \boldsymbol{b}$ disebut sebagai solusi fisibel dari PL (2.4). Misal matriks A dapat dinyatakan sebagai $\boldsymbol{A} = [\mathbf{B} \quad \mathbf{N}]$ dengan $\boldsymbol{B}$ adalah matriks yang elemennya berupa koefisien variabel basis dan $\boldsymbol{N}$ merupakan matriks yang elemennya berupa koefisien variabel nonbasis pada matriks kendala.

Jika vektor $\boldsymbol{X}$ dapat dinyatakan sebagai vektor $\boldsymbol{X} = \begin{bmatrix} \boldsymbol{X_B} \\ \boldsymbol{X_N} \end{bmatrix}$, dengan $\boldsymbol{X_B}$ adalah vektor variabel basis dan $\boldsymbol{X_n}$ adalah vektor variabel nonbasis, maka $(\boldsymbol{A}, \boldsymbol{I})\boldsymbol{X} = \boldsymbol{b}$ dapat dinyatakan sebagai

$$
\begin{aligned}
(\boldsymbol{A}, \boldsymbol{I})\boldsymbol{X} &= [\boldsymbol{B} \quad \boldsymbol{N}] \begin{bmatrix} \boldsymbol{X_B} \\ \boldsymbol{X_n} \end{bmatrix} \\
&= \boldsymbol{B}\, \boldsymbol{X_B} + \boldsymbol{N}\, \boldsymbol{X_N} \\
&= \boldsymbol{b}. \qquad (2.5)
\end{aligned}
$$

Karena $\boldsymbol{B}$ adalah matriks *nonsingular,* maka $\boldsymbol{B}$ memiliki invers, sehingga dari (2.5) $\boldsymbol{X_B}$ dapat dinyatakan sebagai

$$\boldsymbol{X_B} = \boldsymbol{B^{-1}b} - \boldsymbol{B^{-1}N}\, \boldsymbol{X_N}\,. \qquad (2.6)$$

2.2.3 Analisis Primal-Dual Program Linear

Setiap persoalan program linear selalu mempunyai dua macam analisis, yaitu : analisis primal dan analisis dual yang biasanya disebut analisis primal-dual. Dengan memakai bentuk baku untuk masalah primal maka masalah dualnya mempunyai bentuk seperti yang diperlihatkan di bawah ini:

Model Umum Persoalan Primal-Dual

<u>Masalah Primal:</u>

Maksimum : $Z = \sum_{j=1}^{n} c_j x_j$

Kendala : $\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \leq b_i$ untuk i = 1, 2, 3,…, m

dan $x_j \geq 0,\ j = 1,2,\ldots,n.$

<u>Masalah Dual:</u>

Minimumkan : $y_0 = \sum_{i=1}^{m} b_i y_i$

kendala : $\sum_{i=1}^{m} a_{ij} y_j \geq c_j$ untuk j = 1, 2, 3, …, n

dan $y_i \geq 0,\ i = 1,2,\ldots,m.$

di mana: $Z_{opt} = \sum_{j=1}^{n} c_j x_j$ adalah sama dengan $y_{0_{opt}} = \sum_{i=1}^{m} b_i y_i.$

Masalah dual memakai parameter-parameter yang tepat sama seperti pada masalah primal, tetapi pada lokasi-lokasi berbeda. Untuk memperjelas perbedaan ini, perhatikanlah kedua masalah ini dalam notasi matriks di mana $\boldsymbol{c} = [c_1, c_2, \dots, c_n]$ dan $\boldsymbol{y} = [y_1, y_2, \dots, y_m]$ merupakan vektor-vektor baris tetapi $\boldsymbol{b}$ dan $\boldsymbol{x}$ merupakan vektor-vektor kolom.

Masalah Primal	Masalah dual
Memaksimumkan $Z = \boldsymbol{cx}$, Dengan kendala $\boldsymbol{Ax} \le \boldsymbol{b}$ dan $\boldsymbol{x} \ge \boldsymbol{0}$	Meminimumkan $y_0 = \boldsymbol{yb}$, Dengan kendala $\boldsymbol{yA} \ge \boldsymbol{c}$ dan $\boldsymbol{y} \ge \boldsymbol{0}$

Gambar 2.1 Perbedaan primal dan dual

Gambar di atas merangkum bentuk masalah dual untuk masalah primal. Salah satu kolom untuk masalah primal sesuai dengan apakah masalah ini adalah dalam bentuk maksimalisasi (kolom kiri) atau bentuk minimisasi (kolom kanan). Kemudian membaca bentuk masalah dual bentuk kolom lainnya. Khususnya, dua-sisi dalam gambar memberikan korespondensi yang spesifik antara bentuk kendala fungsional dalam satu masalah dan bentuk kendala (jika ada) pada variabel terkait dalam masalah lainnya.

(Hillier & Lieberman, 1990)

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 mener-jemahkan nutrition dengan mengejanya sebagai ”nutrisi”. (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. 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, serealia 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, buah-buahan seperti jambu biji, pepaya, jeruk nipis, nenas, sukun tua dan srikaya banyak mengandung vitamin C. Beras, jagung, jenis kacang, bebijian, jenis umbian dan berbagai jenis ikan mengandung mineral fosfor lebih banyak daripada sayur dan buah (Tejasari, 2005).

2.4 Dasar Ilmiah Perlunya Pedoman Gizi Seimbang

Beberapa alasan 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, di- antaranya: 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, kesantaian, 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 (Almatsier, 2004).

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis dan Sumber Data

Adapun data yang digunakan dalam skripsi ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh langsung dari survei harga bahan makanan saat ini (9-15 Mei 2011) di Pasar Pandaan. Data sekunder berupa Daftar Komposisi Bahan Makanan, Angka Kecukupan Gizi, dan Panduan Gizi Lengkap Keluarga dan Olahragawan diambil dari skripsi Sarce Mangisu (2008).

3.2 Metode Pengumpulan Data

Metode Pengumpulan data yang digunakan dalam skripsi ini adalah mengamati data yang sudah tersedia serta turun langsung ke lapangan untuk memperoleh data dengan cara wawancara secara langsung terhadap pihak yang bersangkutan yaitu pedagang ikan, ayam, telur ayam, sayuran, dan buah-buahan di pasar.

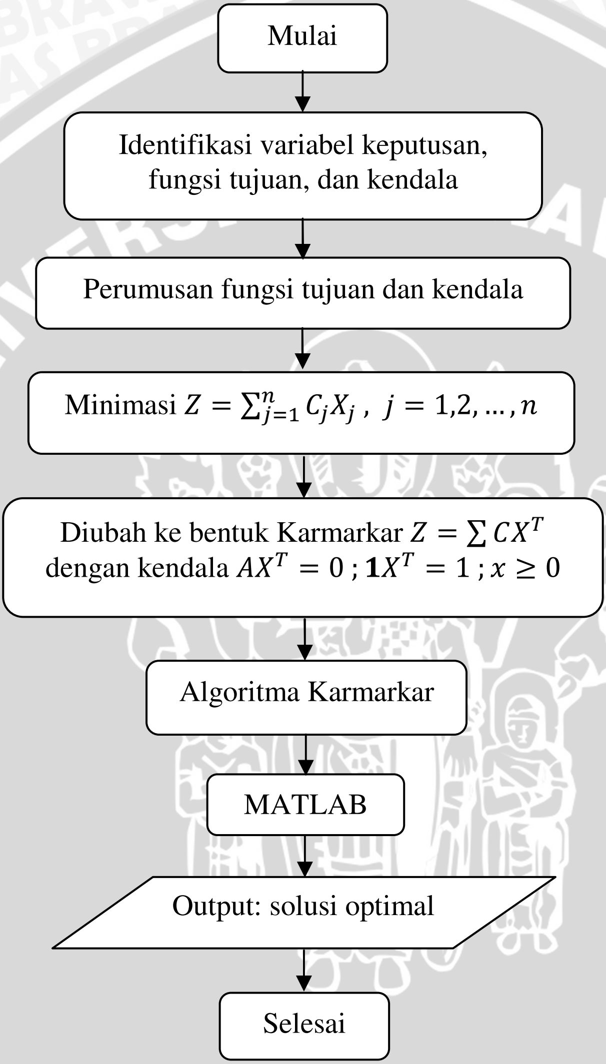
3.3 Analisis Data

Adapun untuk mencapai tujuan skripsi ini dilakukan tahapan analisis data sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi variabel keputusan, fungsi tujuan, dan kendala.
2. Memformulasikannya ke dalam bentuk program linear.
3. Jika permasalahan program linear masih dalam bentuk umum, maka harus diubah ke dalam bentuk Karmarkar. Langkah-langkahnya terdapat pada subbab 4.1.4.
4. Jika program linear sudah dalam bentuk Karmarkar maka permasalahan dapat diselesaikan dengan algoritma Karmarkar dengan langkah-langkah pada subbab 4.1.3.
5. Solusi optimal.

Untuk mempermudah perhitungan digunakan alat bantu *software* MATLAB.

Langkah-langkah analisis data dapat dijelaskan secara skematik pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Skema analisis data

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Metode Karmarkar

4.1.1 Pengertian Metode Karmarkar

Menurut Utama (2005) algoritma Karmarkar yang pertama kali diperkenalkan oleh N. Karmarkar pada tahun 1984 merupakan metode untuk menyelesaikan masalah pemrograman linear. Metode ini dikembangkan dengan berdasarkan pada perbaikan kondisi awal sehingga dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dengan pemrograman linear maupun kuadratik. Algoritma Karmarkar menawarkan sebuah pandangan baru terhadap pemecahan program linear yaitu iterasi dikembangkan untuk menembus interior dari ruang pemecahan. Gagasan dasar dari algoritma Karmarkar adalah memulai dengan mengambil titik interior dalam daerah fisibel, algoritma proses optimasi menghasilkan nilai-nilai interior fisibel. Langkah paling penting dalam algoritma ini adalah titik awal dapat ditentukan dahulu, kemudian mencari solusi optimal dalam interior daerah fisibel yang didefinisikan oleh kendala-kendala sampai dicapai titik optimal. Algoritma ini memiliki konsep atau pemikiran dasar sebagai berikut.

Konsep 1 : bergerak melalui daerah fisibel menuju suatu penyelesaian optimal.

Konsep 2 : bergerak dalam arah yang meningkatkan nilai fungsi tujuan dengan tingkat kecepatan yang paling tinggi.

Konsep 3 : mengubah daerah layak tersebut untuk menempatkan penyelesaian percobaan yang sekarang sedekat mungkin pada titik pusatnya dan dengan demikian memungkinkan peningkatan yang besar bilamana melaksanakan konsep 2.

4.1.2 Bentuk Program Linear Karmarkar

Algoritma Karmarkar, iterasinya dikembangkan untuk menembus interior dari ruang pemecahan. Untuk itu, Karmarkar mempunyai bentuk permasalahan sendiri agar bisa diselesaikan dengan algoritma Karmarkar. Berikut ini adalah program linear dalam bentuk Karmarkar.

Minimum $Z = \boldsymbol{CX}$ (4.1)

dengan pembatas $\boldsymbol{AX} = \boldsymbol{0}$ (4.2)

$\boldsymbol{1X} = 1$ (4.3)

$\boldsymbol{X} \geq \boldsymbol{0}$

dengan $\boldsymbol{X} = [x_1\ x_2 \dots x_n]^{\mathrm{T}}$, $\boldsymbol{A}$ adalah matriks $(m\ x\ n)$,
$\mathbf{1} = [1 \quad 1 \quad \cdots \quad 1]_{1\times n}$, $\mathbf{C} = [c_1\ c_2 \dots c_n]$, $\mathbf{0}$ adalah n-dimensi vektor kolom dari nol dan $\mathbf{1}$ merupakan vektor baris dari n satuan. Semua pembatas merupakan persamaan homogen kecuali
$\mathbf{1}\boldsymbol{X} = \sum_{j=1}^{n} x_j = 1$ yang mendefinisikan sebuah simpleks n dimensi. Bentuk di atas juga harus memenuhi dua kondisi, yaitu :

2.2 Titik $\boldsymbol{X}^0 = \left(\frac{1}{n}, \frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n}\right)$ memenuhi (4.2) (4.4)

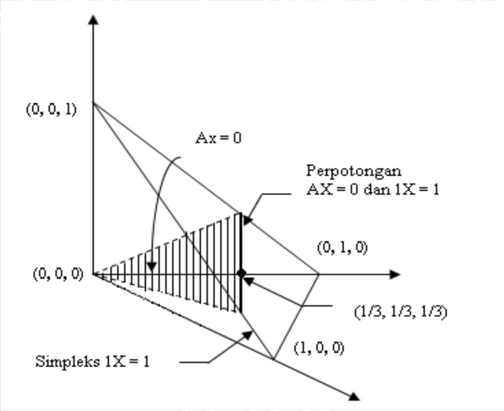
2.3 Minimum $Z = 0$ (nol) (4.5)

Persamaan (4.1) – (4.3) dapat diselesaikan dengan metode simpleks, tetapi untuk masalah yang besar (mempunyai jumlah variabel dan kendala yang sangat banyak), walaupun metode simpleks juga mampu menyelesaikannya, tetapi dengan menggunakan algoritma Karmarkar akan membutuhkan jumlah iterasi yang lebih sedikit sehingga waktu yang dibutuhkan untuk memperoleh solusi juga lebih cepat.

(Winston, 1993)

4.1.3 Algoritma Karmarkar

Perhatikan gambar berikut:

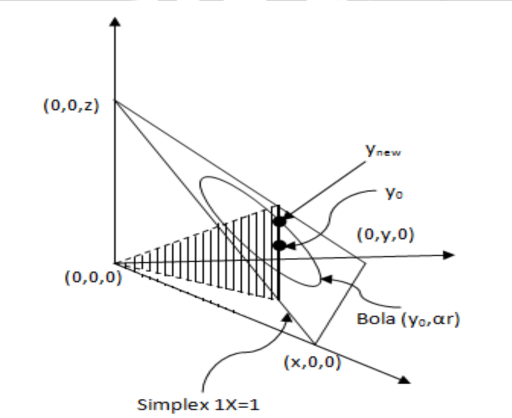


Gambar 4.1 Daerah Fisibel

Daerah fisibel adalah perpotongan $\boldsymbol{AX} = \mathbf{0}$ dengan $\mathbf{1}\boldsymbol{X} = 1$ dan melewati titik interior yang layak $\left(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}\right)$.

Misalkan suatu persoalan program linier telah berada pada (4.1) – (4.5), maka proses selanjutnya untuk memperoleh solusi optimal adalah sebagai berikut:

Dimulai dengan sebuah titik $\boldsymbol{X}^0 = \left(\frac{1}{n}, \frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n}\right)$ yang merupakan pusat dari simpleks untuk iterasi ke-nol (k = 0) yang memenuhi (4.2). Untuk menggerakkan sebuah titik fisibel $\boldsymbol{X}^0$ ke titik fisibel yang baru (misalkan $\boldsymbol{X}^1$), perlu mendefinisikan sebuah matrik diagonal $\boldsymbol{D}^k = diag\,\{\boldsymbol{X}^k\}$, dengan $\boldsymbol{X}^k = (x_1^k, \dots, x_n^k)$. Titik baru tersebut harus memenuhi satu kondisi penting, yaitu titik itu harus merupakan titik interior, yang berarti bahwa semua koordinatnya harus positif.



Gambar 4.2 Titik pemecahan baru

Agar titik pemecahan baru tersebut positif, titik tersebut tidak boleh berada di batas simpleks. Untuk mencapai hal ini, sebuah bola dengan pusat yang sama dengan pusat simpleks tersebut diciptakan di dalam simpleks tersebut. Dalam kasus n dimensi, radius r dari bola ini sama dengan $\frac{1}{\sqrt{n(n-1)}}$. Sekarang sebuah bola yang lebih kecil dengan rasio $\alpha r\ (0 < \alpha < 1)$ akan merupakan bagian dari bola dan setiap titik dari perpotongan bola di sepanjang gradien yang diproyeksikan untuk menentukan titik pemecahan yang baru. Titik pemecahan yang baru yang ditentukan berdasarkan prosedur di atas tidak akan berada di pusat simpleks lagi. Agar prosedur tersebut berulang, perlu digunakan satu cara untuk menghadirkan titik pemecahan baru tersebut ke pusat simpleks. Karmarkar memenuhi kebutuhan ini dengan mengajukan gagasan yang menarik berikut ini, yang disebut transformasi proyeksi.

(Schrijver, 2002)

Misalkan

$$y_i = \frac{x_i / x_i^k}{\sum_{j=1}^{n} x_i / x_j^k} \quad , \quad i = 1,2,3,\dots,n \tag{4.6}$$

dengan x_i^k adalah elemen ke$-i$ dari titik pemecahan saat $\boldsymbol{X}^k$. Dengan $x_i^k > 0$. Transformasi ini setara dengan

$$\boldsymbol{Y} = \frac{(\boldsymbol{D}^k)^{-1}\boldsymbol{X}}{\boldsymbol{1}(\boldsymbol{D}^k)^{-1}\boldsymbol{X}} \tag{4.7}$$

dimana $\boldsymbol{D}^k$ adalah matriks diagonal dengan elemen diagonal ke$-i$ yang sama dengan x_i^k. Transformasi ini memetakan ruang $\boldsymbol{X}$ ke ruang $\boldsymbol{Y}$ secara unik, diperlihatkan dari proses aljabar berikut:

$$\boldsymbol{Y} = \frac{(\boldsymbol{D}^k)^{-1}\boldsymbol{X}}{\boldsymbol{1}(\boldsymbol{D}^k)^{-1}\boldsymbol{X}}$$

$$\boldsymbol{D}^k\boldsymbol{Y}\left(\boldsymbol{1}(\boldsymbol{D}^k)^{-1}\boldsymbol{X}\right) = I\boldsymbol{X}$$

$$\boldsymbol{D}^k\boldsymbol{Y}\left(\boldsymbol{1}(\boldsymbol{D}^k)^{-1}\boldsymbol{X}\right) = \boldsymbol{X}$$

karena $\boldsymbol{1X} = 1$, maka

$$\left(\boldsymbol{1D}^k\boldsymbol{Y}\right)\left(\boldsymbol{1}(\boldsymbol{D}^k)^{-1}\boldsymbol{X}\right) = 1$$

$\boldsymbol{1}(\boldsymbol{D}^k)^{-1}\boldsymbol{X} = \frac{1}{\boldsymbol{1D}^k\boldsymbol{Y}}$, disubtitusikan ke $\boldsymbol{X}$, diperoleh

$$\boldsymbol{X} = \frac{\boldsymbol{D}^k\boldsymbol{Y}}{\boldsymbol{1D}^k\boldsymbol{Y}} \tag{4.8}$$

Dari definisi, min $\boldsymbol{CX} = \boldsymbol{0}$ (persamaan (4.1)-(4.2)) disimpulkan bahwa $1\boldsymbol{D}^k\boldsymbol{Y}$ pastilah positif, kasus program linier (4.1) dapat ditulis sebagai,

Minimumkan

$$Z = \boldsymbol{C1D}^k\boldsymbol{Y} \tag{4.9}$$

dengan kendala

$$\boldsymbol{AD}^k\boldsymbol{Y} = \boldsymbol{0} \tag{4.10}$$

$$\boldsymbol{1Y} = 1 \tag{4.11}$$

$$\boldsymbol{Y} \geq \boldsymbol{0} \tag{4.12}$$

Masalah yang telah ditransformasikan ini memiliki bentuk yang sama seperti masalah semula. Karena itu dapat dimulai dengan pusat simpleks $\boldsymbol{Y}^0 = \left(\frac{1}{n}, \frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n}\right)$ dan mengulangi langkah iterasi di atas. Setiap iterasi dapat dihitung nilai variabel X semula dari pemecahan Y.

Sekarang akan diperlihatkan bagaimana pemecahan baru ini dapat diselesaikan

Minimumkan $\quad Z = \boldsymbol{C1D}^k\boldsymbol{Y}$ (4.13) dengan kendala

$$\boldsymbol{AD}^k\boldsymbol{Y} = \boldsymbol{0} \tag{4.14}$$

Y berada dalam bola αr

Karena bola αr adalah bagian dari ruang batasan $\boldsymbol{1X} = 1$ dan $\boldsymbol{X} \geq 0$, kedua batasan (4.16) dan (4.17) tidak diperlukan lagi. Pemecahan optimum dari masalah di atas dapat diperlihatkan

$$\boldsymbol{Y}^{k+1} = \boldsymbol{Y}^0 - \alpha r \frac{\boldsymbol{C}_p}{\|\boldsymbol{C}_p\|} \tag{4.15}$$

dimana $\boldsymbol{Y}^0 = \left(\frac{1}{n}, \frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n}\right)^T$ dan $\boldsymbol{C}_p$ adalah gradien yang diproyeksikan yang dapat diperoleh dari

$$\boldsymbol{C}_p = [\boldsymbol{I} - \boldsymbol{P}^t(\boldsymbol{PP}^t)^{-1}\boldsymbol{P}]\left(\boldsymbol{CD}^k\right)^T \tag{4.16}$$

dengan $\boldsymbol{P} = \begin{pmatrix} \boldsymbol{AD}^k \\ \boldsymbol{1} \end{pmatrix}$

Pemilihan α yang spesifik penting untuk menghasilkan algoritma yang dapat menemukan solusi. Secara normal, diinginkan α sebesar mungkin untuk memperoleh lompatan yang besar dalam pemecahan. Tetapi, dengan memilih α terlalu besar akan menjadikan terlalu dekat dengan batasan yang dilarang dari masalah simpleks yang bersangkutan, untuk itu Karmarkar menyarankan penggunaan

$$\alpha = \frac{(n-1)}{3n}$$

untuk tujuan algoritma didefinisikan,

$$L = \left[1 + {}^2log(1 + \|c_{maks}\|) + \begin{Bmatrix} {}^2log(1+m) \\ + \sum_j \sum_i {}^2log\left(1 + |a_{ij}|\right) \end{Bmatrix}\right] \tag{4.17}$$

Ukuran dibatasi: $Z < 2^{-L}$.

Dari pembahasan di atas, dapat disusun langkah-langkah perhitungan algoritma Karmarkar. Misalkan permasalahan program linear telah berada dalam permasalahan bentuk Karmarkar, langkah selanjutnya adalah:

***Langkah 1*:** Mulai dengan titik pemecahan $\boldsymbol{X}^k = \left(\frac{1}{n}, \frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n}\right)$ untuk $k = 0$. Hitung $r = \frac{1}{\sqrt{n(n-1)}}$, $\alpha = \frac{(n-1)}{3n}$ dan

$$L = \left[1 + {}^2log(1 + \|c_{maks}\|) + \begin{Bmatrix} {}^2log(1+m) \\ + \sum_j \sum_i {}^2log\left(1 + |a_{ij}|\right) \end{Bmatrix}\right]$$

***Langkah 2*:** Berhenti jika $Z < 2^{-L}$. Jika tidak ke langkah 3

***Langkah 3*:** Menemukan titik baru $\boldsymbol{Y}^{k+1} = \left[y_1^{k+1}\ y_2^{k+1}\ \ldots\ y_n^{k+1}\right]^T$.

Sebelum menemukan titik baru, definisikan

$\boldsymbol{D}^k = diag\{x_1^k, \ldots, x_n^k\}$

kemudian menghitung nilai dari:

$\boldsymbol{CD}^k$, dengan $\mathbf{C} = [c_1\ c_2 \ldots c_n]$

$\boldsymbol{AD}^k$, dengan $\boldsymbol{A}$ matriks $m\ x\ n$

$\boldsymbol{P} = \begin{pmatrix} \boldsymbol{AD}^k \\ \mathbf{1} \end{pmatrix}$, $\boldsymbol{PP}^T$, $(\boldsymbol{PP}^T)^{-1}$,

$\boldsymbol{C}_p = [I - \boldsymbol{P}^t(\boldsymbol{PP}^t)^{-1}\boldsymbol{P}](\boldsymbol{CD}^k)^T$, $\dfrac{\alpha r}{\|\boldsymbol{C}_p\|}$, dan

$\boldsymbol{Y}^{k+1} = \boldsymbol{Y}^0 - \alpha r \dfrac{\boldsymbol{C}_p}{\|\boldsymbol{C}_p\|}$

untuk memperoleh solusi untuk permasalahan (4.1), transformasikan $\boldsymbol{Y}$ ke $\boldsymbol{X}$ melalui:

$$\boldsymbol{X}^{k+1} = \frac{\boldsymbol{D}^k\boldsymbol{Y}^{k+1}}{\mathbf{1}\boldsymbol{D}^k\boldsymbol{Y}^{k+1}}$$

Menambahkan k dengan 1, kembali ke langkah 2.

(Turkay, 2002)

4.1.4 Mengubah Program Linear Umum ke Bentuk Kamarkar

Jika suatu permasalahan program linier yang belum berada pada permasalahan bentuk Karmarkar, maka cara merubahnya sebelum dilakukan perhitungan dengan algoritma Karmarkar adalah sebagai berikut:

Misalkan ada sebuah permasalahan program linier umum:

Minimumkan $f(x) = (x, c)$

dengan kendala $\boldsymbol{Ax} \leq \boldsymbol{b}$

$$\boldsymbol{x} \geq 0 \qquad (4.18)$$

dengan $f: R^n \to R$, $\boldsymbol{A}$ adalah matriks $m \times n$, $c \epsilon R^n$, $b \epsilon R^m$, dan semua datanya *integer*.

Untuk mengubah permasalahan (4.18) ke bentuk Karmarkar dan memenuhi kedua kondisi dengan langkah-langkah:

Pertama **:** Mencari dual dari (4.18), yaitu:

Maks $g(y) = (y, b)$

dengan kendala

$A^T y \geq c$

$y \geq 0$
menjadi
Min $Z(x,y) = f(x) - g(y) = 0$
dengan kendala
$Ax \leq b$
$A^T y \geq c$
$x \geq 0, y \geq 0$

Kedua : Mengubah primal dan dual ke bentuk standar, yaitu dengan menambahkan variabel *slack* (u dan v) pada primal dan dual, yaitu:
Min $Z(x,y) = 0$
dengan kendala
$Ax + u = b$
$A^T y - v = c$
$x \geq 0, y \geq 0, u \geq 0, v \geq 0$

***Ketig*a** : Menambahkan pembatas Q pada jumlah semua variabel yaitu jumlah semua variabel $\leq Q$. Q dapat dipilih cukup besar sehingga tidak akan menyingkirkan atau menghapus setiap titik layak dalam ruang pemecahan semula. Kemudian ditambah variabel slack (variabel dummy d_1). Sedemikian sehingga,
Min $Z(x,y) = 0$

dengan kendala
$Ax + u = b$
$A^T y - v = c$
$\sum_{i=1}^{n} x_i + \sum_{j=1}^{m} y_j + \sum_{i=1}^{m} u_i + \sum_{j=1}^{n} v_i + d_1 \leq Q$
$x \geq 0, y \geq 0, u \geq 0, v \geq 0$ (4.19)
dengan $Q = 2(n+m)M$, dan didefinisikan $M = \max_{i,j}\{b_i, c_j\}$.

Keempat: Menghomogenkan pembatas $Ax = b$ dengan menyama-dengankan nol nilai-sisi-kanan b yaitu dengan menambahkan variabel dummy d_2 ; $d_2 = 1$ pada pembatas terakhir kemudian mengurangkan nilai sisi kanan kali d_2 pada setiap pembatas (4.19). Sehingga (4.19) menjadi:
Min $Z(x,y) = 0$
dengan kendala
$Ax + u - bd_2 = 0$
$A^T y - v - cd_2 = 0$

$\sum_{i=1}^{n} x_i + \sum_{j=1}^{m} y_j + \sum_{i=1}^{m} u_i + \sum_{j=1}^{n} v_i + d_1 - 2(n + m)M\, d_2 = 0$

$\sum_{i=1}^{n} x_i + \sum_{j=1}^{m} y_j + \sum_{i=1}^{m} u_i + \sum_{j=1}^{n} v_i + d_1 + d_2 = 2(n + m)M + 1$

$x \geq 0, y \geq 0, u \geq 0, v \geq 0, d_1 \geq 0, d_2 \geq 0$ (4.20)

Kelima **:** Menggunakan transformasi $x_i = (Q + 1)x_i{}',\ y_j = (Q + 1)y_j{}',\ s_j = (Q + 1)s_j{}',\ e_i = (Q + 1)e_i{}',$ $d_l = (Q + 1)d_l{}',\ dengan\, j = 1, m,\ i = 1, n,\ l = 1, 2$ agar memperoleh nilai yang sama dengan 1 untuk pembatas yang terakhir, sehingga diperoleh

Minimumkan $Z' = 0$

dengan kendala

$Ax' + u' - bd_2' = 0$

$A^T y' + v' - cd_2' = 0$

$\sum_{i=1}^{n} x_i{}' + \sum_{j=1}^{m} y_j{}' + \sum_{i=1}^{m} u_i{}' + \sum_{j=1}^{n} v_i{}' - 2(n + m)M\, d_2{}' = 0$

$\sum_{i=1}^{n} x_i{}' + \sum_{j=1}^{m} y_j{}' + \sum_{i=1}^{m} u_i{}' + \sum_{j=1}^{n} v_i{}' + d_1{}' + d_2{}' = 1$

$x' \geq 0, y' \geq 0, u' \geq 0, v' \geq 0, d_1{}' \geq 0, d_2{}' \geq 0$ (4.21)

Persamaan (4.21) telah berada dalam bentuk Karmarkar.

Keenam **:** Agar (4.4) terpenuhi, digunakan variabel buatan d_3' ke persamaan (4.21), yaitu dengan menambahkan d_3' pada pembatas terakhir dan mengurangkan perkalian d_3' pada masing-masing pembatas. Perkalian ini dipilih agar jumlah dari koefisien-koefisien semua variabel pada masing-masing pembatas sama dengan 0 (nol) sehingga (4.21) menjadi:

Minimumkan $Z' = 0$

dengan kendala:

$Ax' + u' - bd_2' = 0$

$A^T y' + v' - cd_2' + d_3' = 0$

$\sum_{i=1}^{n} x_i{}' + \sum_{j=1}^{m} y_j{}' + \sum_{i=1}^{m} u_i{}' + \sum_{j=1}^{n} v_i{}' - 2(n + m)M\, d_2{}' + d_3' = 0$

$\sum_{i=1}^{n} x_i{}' + \sum_{j=1}^{m} y_j{}' + \sum_{i=1}^{m} u_i{}' + \sum_{j=1}^{n} v_i{}' + d_1{}' + d_2{}' + d_3' = 1$

$x' \geq 0, y' \geq 0, u' \geq 0, v' \geq 0, d_1{}' \geq 0, d_2{}' \geq 0, d_3' \geq 0$ (4.22)

Bentuk (4.22) telah berada dalam bentuk Karmarkar dengan $(n+3)$ variabel, dengan $\left[\frac{1}{(n+3)}, \ldots, \frac{1}{(n+3)}\right]$ adalah fisibel.
Program linear dalam (4.22) telah memenuhi (4.1) – (4.5) dan dapat diselesaikan dengan algoritma Karmarkar.

(Szabo, 2003)

4.2 Formulasi Model Program Linear pada Gizi Makanan

Pangan merupakan salah satu kebutuhan pokok yang dibutuhkan tubuh setiap hari dalam jumlah tertentu sebagai sumber energi dan zat-zat gizi. Masalahnya adalah bagaimana memenuhi 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.

Tiga kasus kombinasi makanan yang dibentuk, yaitu:

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

2. Kombinasi 2 : beras, ayam, tempe, kacang panjang, pepaya, santan dan minyak goreng
3. Kombinasi 3 : 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.

1. Variabel Keputusan

Variabel keputusan yang ditunjukkan dalam masalah ini adalah jumlah masing-masing jenis makanan dari tiap kasus.

a. Variabel keputusan kasus 1

x_1 = jumlah beras yang dibutuhkan
x_2 = jumlah ikan kembung yang dibutuhkan
x_3 = jumlah tempe yang dibutuhkan
x_4 = jumlah kacang panjang yang dibutuhkan
x_5 = jumlah pisang yang dibutuhkan
x_6 = jumlah minyak goreng yang dibutuhkan
x_7 = jumlah singkong yang dibutuhkan

b. Variabel keputusan kasus 2

x_1 = jumlah beras yang dibutuhkan
x_2 = jumlah ayam yang dibutuhkan
x_3 = jumlah tempe yang dibutuhkan
x_4 = jumlah kacang panjang yang dibutuhkan
x_5 = jumlah pepaya yang dibutuhkan
x_6 = jumlah santan yang dibutuhkan
x_7 = jumlah minyak goreng yang dibutuhkan

c. Variabel keputusan kasus 3

x_1 = jumlah beras yang dibutuhkan
x_2 = jumlah telur ayam yang dibutuhkan
x_3 = jumlah tahu yang dibutuhkan
x_4 = jumlah kangkung yang dibutuhkan
x_5 = jumlah pisang yang dibutuhkan
x_6 = jumlah jagung yang dibutuhkan
x_7 = jumlah minyak goreng yang dibutuhkan

2. Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan atau biaya totalnya merupakan jumlah biaya dari masing-masing jenis makanan pada tiap kasus tersebut dikalikan dengan jumlah gram kebutuhannya.

3. Batasan

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.

4.2.1 Model Kombinasi Makanan Untuk Pria Dewasa

Ada tiga kasus kombinasi makanan untuk pria dewasa 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.

Tabel 4.1 Biaya Bahan Makanan (Kasus satu)

No.	Jenis bahan makanan	Harga per gram	Jumlah dibutuhkan (gram)	Biaya
1.	Beras	7	x_1	$7x_1$
2.	Ikan kembung	14	x_2	$14x_2$
3.	Tempe	9	x_3	$9x_3$
4.	Kacang panjang	4,5	x_4	$4{,}5x_4$
5.	Pisang	8	x_5	$8x_5$
6.	Minyak goreng	9,5	x_6	$9{,}5x_6$
7.	Singkong	2,5	x_7	$2{,}5x_7$

dari tabel tersebut akan diperoleh fungsi tujuan, yaitu

Minimumkan $7x_1 + 14x_2 + 9x_3 + 4{,}5x_4 + 8x_5 + 9{,}5x_6 + 2{,}5x_7$

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 tesebut.

Adapun fungsi kendala fungsionalnya berasal dari AKG dapat dilihat pada Lampiran 6 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 minimum lemak yang dibutuhkan pria dewasa dalam sehari 62,2 gram.
4. Jumlah total minimum protein yang dibutuhkan pria dewasa dalam sehari 55 gram.
5. Jumlah total minimum vitamin A yang dibutuhkan pria dewasa dalam sehari 700 miligram.

6. Jumlah total minimum vitamin B_1 yang dibutuhkan pria dewasa dalam sehari 1,2 miligram.
7. Jumlah total minimum vitamin C yang dibutuhkan pria dewasa dalam sehari 60 miligram.
8. Jumlah total minimum kalsium yang dibutuhkan pria dewasa dalam sehari 500 miligram.
9. Jumlah total minimum phospor yang dibutuhkan pria dewasa dalam sehari 500 miligram.
10. Jumlah total minimum zat besi yang dibutuhkan pria dewasa dalam sehari 13 miligram.

dimana fungsi kendala non negatifnya adalah jumlah bahan makanan yang dibutuhkan dalam sehari untuk tiap jenis makanan harus lebih besar atau sama dengan 0.

maka dibentuk persamaan:

Minimumkan

$Z = 7x_1 + 14x_2 + 9x_3 + 4{,}5x_4 + 8x_5 + 9{,}5x_6 + 2{,}5x_7$

dengan kendala:

$3{,}6x_1 + 0{,}824x_2 + 1{,}49x_3 + 0{,}33x_4 + 0{,}7425x_5 + 9x_6 + 1{,}095x_7 \geq 2800$
$0{,}789x_1 + 0{,}127x_3 + 0{,}0585x_4 + 0{,}1935x_5 + 0{,}2603x_7 \geq 420$
$0{,}007x_1 + 0{,}008x_2 + 0{,}04x_3 + 0{,}0023x_4 + 0{,}0015x_5 + x_6 + 0{,}0023x_7 \geq 62{,}2$
$0{,}068x_1 + 0{,}176x_2 + 0{,}183x_3 + 0{,}0203x_4 + 0{,}009x_5 + 0{,}009x_7 \geq 55$
$0{,}24x_2 + 0{,}5x_3 + 2{,}5125x_4 + 1{,}095x_5 + 2{,}1622x_6 \geq 0{,}7$
$0{,}0012x_1 + 0{,}0004x_2 + 0{,}0017x_3 + 0{,}001x_4 + 0{,}0006x_5 + 0{,}0005x_7 \geq 1{,}2$
$0{,}1575x_4 + 0{,}0225x_5 + 0{,}225x_7 \geq 60$
$0{,}06x_1 + 0{,}16x_2 + 1{,}29x_3 + 0{,}3675x_4 + 0{,}06x_5 + 0{,}2475x_7 \geq 500$
$1{,}4x_1 + 1{,}6x_2 + 1{,}54x_3 + 2{,}6025x_4 + 0{,}21x_5 + 0{,}3x_7 \geq 500$
$0{,}008x_1 + 0{,}008x_2 + 0{,}1x_3 + 0{,}0053x_4 + 0{,}0038x_5 + 0{,}0053x_7 \geq 13$
$x_i \geq 0, \; i = 1,2,3,4,5,6,7$ (4.23)

b. Kasus dua

Variabel yang digunakan pada kasus dua untuk menu pria dewasa dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Biaya Bahan Makanan (Kasus Dua)

No.	Jenis bahan makanan	Harga per gram	Jumlah dibutuhkan (gram)	Biaya
1.	Beras	7	x_1	$7x_1$
2.	Ayam	24	x_2	$24x_2$
3.	Tempe	9	x_3	$9x_3$
4.	Kacang panjang	4,5	x_4	$4{,}5x_4$
5.	Pepaya	4,5	x_5	$4{,}5x_5$
6.	Santan	9	x_6	$9x_6$
7.	Minyak goreng	9,5	x_7	$9{,}5x_7$

Model matematika yang dihasilkan dari variabel-variabel di atas adalah disesuaikan dengan Lampiran 5 untuk setiap kendalanya, yaitu:
Minimumkan
$Z = 7x_1 + 24x_2 + 9x_3 + 4{,}5x_4 + 4{,}5x_5 + 9x_6 + 9{,}5x_7$
dengan kendala:
$3{,}6x_1 + 1{,}7516x_2 + 1{,}49x_3 + 0{,}33x_4 + 0{,}345x_5 + 1{,}22x_6 + 9x_7 \geq 2800$
$0{,}789x_1 + 0{,}127x_3 + 0{,}0585x_4 + 0{,}0915x_5 + 0{,}076x_6 \geq 420$
$0{,}007x_1 + 0{,}145x_2 + 0{,}04x_3 + 0{,}0023x_4 + 0{,}1x_6 + x_7 \geq 62{,}2$
$0{,}068x_1 + 0{,}106x_2 + 0{,}183x_3 + 0{,}02x_4 + 0{,}0038x_5 + 0{,}02x_6 \geq 55$
$4{,}7x_2 + 0{,}5x_3 + 2{,}5125x_4 + 2{,}7375x_5 + 2{,}1622x_7 \geq 700$
$0{,}0012x_1 + 0{,}0005x_2 + 0{,}0017x_3 + 0{,}001x_4 + 0{,}0003x_5 \geq 1{,}2$
$0{,}1575x_4 + 0{,}585x_5 + 0{,}02x_6 \geq 60$
$0{,}06x_1 + 0{,}0812x_2 + 1{,}29x_3 + 0{,}368x_4 + 0{,}1725x_5 + 0{,}25x_6 \geq 500$
$1{,}4x_1 + 1{,}16x_2 + 1{,}54x_3 + 2{,}6025x_4 + 0{,}09x_5 + 0{,}3x_6 \geq 500$
$0{,}008x_1 + 0{,}0087x_2 + 0{,}1x_3 + 0{,}005\,x_4 + 0{,}0128x_5 + 0{,}001x_6 \geq 13$
$x_i \geq 0, \; i = 1,2,3,4,5,6,7$ (4.24)

c. Kasus tiga

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

Tabel 4.3 Biaya Bahan Makanan (Kasus Tiga)

No.	Jenis bahan makanan	Harga per gram	Jumlah dibutuhkan (gram)	Biaya
1.	Beras	7	x_1	$7x_1$
2.	Telur ayam	15	x_2	$15x_2$
3.	Tahu	6	x_3	$6x_3$
4.	Kangkung	4	x_4	$4x_4$
5.	Pisang	8	x_5	$8x_5$
6.	Jagung	5	x_6	$5x_6$
7.	Minyak goreng	9,5	x_7	$9{,}5x_7$

Model matematika yang dihasilkan dari variabel-variabel di atas adalah disesuaikan dengan Lampiran 5 untuk setiap kendalanya, yaitu:
Minimumkan
$Z = 7x_1 + 15x_2 + 6x_3 + 4x_4 + 8x_5 + 5x_6 + 9{,}5x_7$
Kendala:
$3{,}6x_1 + 1{,}458x_2 + 0{,}68x_3 + 0{,}203x_4 + 0{,}7425x_5 + 1{,}26x_6 + 9x_7 \geq 2800$
$0{,}789x_1 + 0{,}006x_2 + 0{,}016x_3 + 0{,}038x_4 + 0{,}194x_5 + 0{,}298x_6 \geq 420$
$0{,}007x_1 + 0{,}1035x_2 + 0{,}046x_3 + 0{,}002x_4 + 0{,}0015x_5 + 0{,}0117x_6 + x_7 \geq 62{,}2$
$0{,}068x_1 + 0{,}1152x_2 + 0{,}078x_3 + 0{,}02x_4 + 0{,}009x_5 + 0{,}0423x_6 \geq 55$
$8{,}1x_2 + 44{,}1x_4 + 1{,}095x_5 + 3{,}915x_6 + 2{,}1622x_7 \geq 700$
$0{,}0012x_1 + 0{,}0009x_2 + 0{,}0006x_3 + 0{,}0005x_4 + 0{,}0006x_5 + 0{,}0022x_6 \geq 1{,}2$
$0{,}224x_4 + 0{,}0225x_5 + 0{,}072x_6 \geq 60$
$0{,}06x_1 + 0{,}486x_2 + 1{,}24x_3 + 0{,}511x_4 + 0{,}06x_5 + 0{,}054x_6 \geq 500$

$$1{,}4x_1 + 1{,}62x_2 + 0{,}63x_3 + 0{,}35x_4 + 0{,}21x_5 + 1{,}062x_6 \geq 500$$
$$0{,}008x_1 + 0{,}0243x_2 + 0{,}008x_3 + 0{,}0175\,x_4 + 0{,}0038x_5 + 0{,}0063x_6 \geq 13$$
$$x_i \geq 0,\ i = 1{,}2{,}3{,}4{,}5{,}6{,}7 \qquad (4.25)$$

4.2.2 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 dari AKG dapat dilihat pada Lampiran 6 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 minimum lemak yang dibutuhkan wanita dewasa dalam sehari 49 gra.
4. Jumlah total minimum protein yang dibutuhkan wanita dewasa dalam sehari 48 gram.
5. Jumlah total minimum vitamin A yang dibutuhkan wanita dewasa dalam sehari 500 miligram.
6. Jumlah total minimum vitamin B_1 yang dibutuhkan wanita dewasa dalam sehari 1 miligram.
7. Jumlah total minimum vitamin C yang dibutuhkan wanita dewasa dalam sehari 60 miligram.
8. Jumlah total minimum kalsium yang dibutuhkan wanita dewasa dalam sehari 500 miligram.
9. Jumlah total minimum phospor yang dibutuhkan wanita dewasa dalam sehari 450 miligram.
10. 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

Minimumkan

$Z = 7x_1 + 14x_2 + 9x_3 + 4{,}5x_4 + 8x_5 + 9{,}5x_6 + 2{,}5x_7$

dengan kendala:

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

$0{,}789x_1 + 0{,}127x_3 + 0{,}0585x_4 + 0{,}1935x_5 + 0{,}2603x_7 \geq 330$

$0{,}007x_1 + 0{,}008x_2 + 0{,}04x_3 + 0{,}0023x_4 + 0{,}0015x_5 + x_6 + 0{,}0023x_7 \geq 49$

$0{,}068x_1 + 0{,}176x_2 + 0{,}183x_3 + 0{,}0203x_4 + 0{,}009x_5 + 0{,}009x_7 \geq 48$

$0{,}24x_2 + 0{,}5x_3 + 2{,}5125x_4 + 1{,}095x_5 + 2{,}1622x_6 \geq 500$

$0{,}0012x_1 + 0{,}0004x_2 + 0{,}0017x_3 + 0{,}001x_4 + 0{,}0006x_5 + 0{,}0005x_7 \geq 1$

$0{,}1575x_4 + 0{,}0225x_5 + 0{,}225x_7 \geq 60$

$0{,}06x_1 + 0{,}16x_2 + 1{,}29x_3 + 0{,}3675x_4 + 0{,}06x_5 + 0{,}2475x_7 \geq 500$

$1{,}4x_1 + 1{,}6x_2 + 1{,}54x_3 + 2{,}6025x_4 + 0{,}21x_5 + 0{,}3x_7 \geq 450$

$0{,}008x_1 + 0{,}008x_2 + 0{,}1x_3 + 0{,}0053x_4 + 0{,}0038x_5 + 0{,}0053x_7 \geq 26$

$x_i = 0$, i = 1,2,3,4,5,6,7 (4.26)

b. Kasus dua

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

Minimumkan

$Z = 7x_1 + 24x_2 + 9x_3 + 4{,}5x_4 + 4{,}5x_5 + 9x_6 + 9{,}5x_7$

dengan kendala:

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

$0{,}789x_1 + 0{,}127x_3 + 0{,}0585x_4 + 0{,}0915x_5 + 0{,}076x_6 \geq 330$

$0{,}007x_1 + 0{,}145x_2 + 0{,}04x_3 + 0{,}0023x_4 + 0{,}1x_6 + x_7 \geq 49$

$0{,}068x_1 + 0{,}106x_2 + 0{,}183x_3 + 0{,}02x_4 + 0{,}0038x_5 + 0{,}02x_6 \geq 48$

$4{,}7x_2 + 0{,}5x_3 + 2{,}5125x_4 + 2{,}7375x_5 + 2{,}1622x_7 \geq 500$

$0{,}0012x_1 + 0{,}0005x_2 + 0{,}0017x_3 + 0{,}001x_4 + 0{,}0003x_5 \geq 1$

$0{,}1575x_4 + 0{,}585x_5 + 0{,}02x_6 \geq 60$

$0{,}06x_1 + 0{,}0812x_2 + 1{,}29x_3 + 0{,}368x_4 + 0{,}1725x_5 + 0{,}25x_6 \geq 500$

$1{,}4x_1 + 1{,}16x_2 + 1{,}54x_3 + 2{,}6025x_4 + 0{,}09x_5 + 0{,}3x_6 \geq 450$

$0{,}008x_1 + 0{,}0087x_2 + 0{,}1x_3 + 0{,}005x_4 + 0{,}0128x_5 + 0{,}001x_6 \geq 26$

$x_i \geq 0,\ i = 1{,}2{,}3{,}4{,}5{,}6{,}7$ (4.27)

b. Kasus tiga

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

Minimumkan

$Z = 7x_1 + 15x_2 + 6x_3 + 4x_4 + 8x_5 + 5x_6 + 9{,}5x_7$

dengan kendala:

$3{,}6x_1 + 1{,}458x_2 + 0{,}68x_3 + 0{,}203x_4 + 0{,}7425x_5 + 1{,}26x_6 + 9x_7 \geq 2200$

$0{,}789x_1 + 0{,}006x_2 + 0{,}016x_3 + 0{,}038x_4 + 0{,}194x_5 + 0{,}298x_6 \geq 330$

$0{,}007x_1 + 0{,}1035x_2 + 0{,}046x_3 + 0{,}002x_4 + 0{,}0015x_5 + 0{,}0117x_6 + x_7 \geq 49$

$0{,}068x_1 + 0{,}1152x_2 + 0{,}078x_3 + 0{,}02x_4 + 0{,}009x_5 + 0{,}0423x_6 \geq 48$

$8{,}1x_2 + 44{,}1x_4 + 1{,}095x_5 + 3{,}915x_6 + 2{,}1622x_7 \geq 500$

$0{,}0012x_1 + 0{,}0009x_2 + 0{,}0006x_3 + 0{,}0005x_4 + 0{,}0006x_5 + 0{,}0022x_6 \geq 1$

$0,224x_4 \; + \; 0,0225x_5 \; + \; 0,072x_6 \geq 60$
$0,06x_1 \; + 0,486x_2 + 1,24x_3 \; + 0,511x_4 \; + 0,06x_5 + 0,054x_6 \geq 500$
$1,4x_1 + 1,62x_2 \; + 0,63x_3 \; + 0,35x_4 \; + 0,21x_5 + 1,062x_6 \geq 450$
$0,008x_1 \; + 0,0243x_2 \; + 0,008x_3 + 0,0175\, x_4 + 0,0038x_5 \; + 0,0063x_6 \geq 26$
$x_i \geq \; 0, \;\; i \; = \; 1,2,3,4,5,6,7$ (4.28)

4.3 Pengolahan Data

Penyelesaian model matematika menggunakan algoritma Karmarkar dari tiap kasus kombinasi makanan di atas dengan cara mengubah model program linear tersebut ke dalam bentuk Karmarkar dengan langkah-langkah yang terdapat pada Lampiran 7 untuk masing-masing kasus. Apabila program linear telah berada dalam bentuk Karmarkar maka dapat diselesaikan dengan algoritma Karmarkar menggunakan bantuan MATLAB. 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 tanggal 9-15 Mei 2011.

4.3.1 Kombinasi Makanan untuk Pria Dewasa

Model matematika program linear umum yang telah dibuat pada kombinasi makanan pria dewasa, diubah ke dalam bentuk Karmarkar untuk masing-masing kasusnya dengan menentukan dual PL, mengubah primal dan dual ke bentuk standar, menambahkan pembatas baru, menghomogenkan pembatas, dan melakukan transformasi.

a. Kasus satu

Bentuk Karmarkar dari kasus satu kombinasi makanan yang dihasilkan untuk pria dewasa langkah-langkahnya adalah sebagai berikut.

Langkah 1. Menentukan dual dari (4.23)

Bentuk Karmarkar diperoleh dengan menentukan dual dari program linear umum terlebih dahulu. Bentuk dual dari program linear adalah sebagai berikut:

Maksimumkan

$Z = 2800y_1 + 420y_2 + 62,2y_3 + 55y_4 + 700y_5 + 1,2y_6 + 60y_7 + 500y_8 + 500y_9$
$\quad +13y_{10}$

Kendala:

$3,6y_1 + 0,789y_2 + 0,007y_3 + 0,068y_4 + 0,0012y_6 + 0,06y_8 + 1,4y_9 + 0,008y_{10} \leq 7$
$0,824y_1 + 0,008y_3 + 0,176y_4 + 0,24y_5 + 0,0004y_6 + 0,16y_8 + 1,6y_9 + 0,008y_{10}$
$\quad \leq 14$
$1,49y_1 + 0,127y_2 + 0,04y_3 + 0,183y_4 + 0,5y_5 + 0,0017y_6 + 1,29y_8 + 1,54y_9$
$\quad +0,1y_{10} \leq 9$

$0{,}33y_1 + 0{,}585y_2 + 0{,}0023y_3 + 0{,}0203y_4 + 1{,}095y_5 + 0{,}001y_6 + 0{,}1575y_7 + 0{,}3675y_8 + 2{,}6025y_9 + 0{,}0053y_{10} \le 4{,}5$

$0{,}7425y_1 + 0{,}1935y_2 + 0{,}0015y_3 + 0{,}009y_4 + 1{,}095y_5 + 0{,}0006y_6 + 0{,}0225y_7 + 0{,}06y_8 + 0{,}21y_9 + 0{,}0038y_{10} \le 8$

$9y_1 + y_3 + 2{,}1622y_5 \le 9{,}5$

$1{,}095y_1 + 0{,}2603y_2 + 0{,}0023y_3 + 0{,}009y_4 + 0{,}0005y_6 + 0{,}225y_7 + 0{,}2475y_8 + 0{,}3y_9 + 0{,}0053y_{10} \le 2{,}5$

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

$y_i \ge 0\,, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$

Langkah 2. Mengubah primal dan dual ke bentuk standar

Mengubah primal dan dual ke bentuk standar dengan menambahkan variabel slack pada primal dan dual yaitu:

Minimumkan

$Z = 7x_1 + 14x_2 + 9x_3 + 4{,}5x_4 + 8x_5 + 9{,}5x_6 + 2{,}5x_7 - 2800y_1 + 420y_2 + 62{,}2y_3 + 55y_4 + 700y_5 + 1{,}2y_6 + 60y_7 + 500y_8 + 500y_9 + 13y_{10}$

Kendala:

$3{,}6x_1 + 0{,}824x_2 + 1{,}49x_3 + 0{,}33x_4 + 0{,}7425x_5 + 9x_6 + 1{,}095x_7 - s_1 = 2800$

$0{,}789x_1 + 0{,}127x_3 + 0{,}0585x_4 + 0{,}0915x_5 + 0{,}07x_6 - s_2 = 420$

$0{,}007x_1 + 0{,}145x_2 + 0{,}04x_3 + 0{,}0023x_4 + 0{,}1x_6 + x_7 - s_3 = 62{,}2$

$0{,}068x_1 + 0{,}106x_2 + 0{,}183x_3 + 0{,}02x_4 + 0{,}0038x_5 + 0{,}02x_7 - s_4 = 55$

$0{,}24x_2 + 0{,}5x_3 + 2{,}5125x_4 + 2{,}7375x_5 + 2{,}1622x_6 - s_5 = 0{,}7$

$0{,}0012x_1 + 0{,}0005x_2 + 0{,}0017x_3 + 0{,}001x_4 + 0{,}0003x_5 - s_6 = 0{,}0012$

$0{,}1575x_4 + 0{,}585x_5 + 0{,}02x_6 - s_7 = 0{,}06$

$0{,}06x_1 + 0{,}0812x_2 + 1{,}29x_3 + 0{,}368x_4 + 0{,}1725x_5 + 0{,}25x_6 - s_8 = 0{,}5$

$1{,}4x_1 + 1{,}16x_2 + 1{,}54x_3 + 2{,}6025x_4 + 0{,}09x_5 + 0{,}3x_6 - s_9 = 0{,}5$

$0{,}008x_1 + 0{,}0087x_2 + 0{,}1x_3 + 0{,}005x_4 + 0{,}0128x_5 + 0{,}001x_6 - s_{10} = 0{,}013$

$3{,}6y_1 + 0{,}789y_2 + 0{,}007y_3 + 0{,}068y_4 + 0{,}0012y_6 + 0{,}06y_8 + 1{,}4y_9 + 0{,}008y_{10} + e_1 = 7$

$0{,}824y_1 + 0{,}008y_3 + 0{,}176y_4 + 0{,}24y_5 + 0{,}0004y_6 + 0{,}16y_8 + 1{,}6y_9 + 0{,}008y_{10} + e_2 = 14$

$1{,}49y_1 + 0{,}127y_2 + 0{,}04y_3 + 0{,}183y_4 + 0{,}5y_5 + 0{,}0017y_6 + 1{,}29y_8 + 1{,}54y_9 + 0{,}1y_{10} + e_3 = 9$

$0{,}33y_1 + 0{,}585y_2 + 0{,}0023y_3 + 0{,}0203y_4 + 1{,}095y_5 + 0{,}001y_6 + 0{,}1575y_7 + 0{,}3675y_8 + 2{,}6025y_9 + 0{,}0053y_{10} + e_4 = 4{,}5$

$0{,}7425y_1 + 0{,}1935y_2 + 0{,}0015y_3 + 0{,}009y_4 + 1{,}095y_5 + 0{,}0006y_6 + 0{,}0225y_7 + 0{,}06y_8 + 0{,}21y_9 + 0{,}0038y_{10} + e_5 = 8$

$9y_1 + y_3 + 2{,}1622y_5 + e_6 = 9{,}5$

$1{,}095y_1 + 0{,}2603y_2 + 0{,}0023y_3 + 0{,}009y_4 + 0{,}0005y_6 + 0{,}225y_7 + 0{,}2475y_8 + 0{,}3y_9 + 0{,}0053y_{10} + e_7 = 2{,}5$

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

$y_j \ge 0\,, \quad j = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$

$s_i \ge 0\,, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$

$e_j \ge 0\,, \quad j = 1,2,3,4,5,6,7$

Langkah 3. Menambahkan pembatas baru

Menambahkan pembatas Q pada jumlah semua variabel yaitu jumlah semua variabel $\leq Q$. Q dapat dipilih cukup besar sehingga tidak akan menyingkirkan atau menghapus setiap titik layak dalam ruang pemecahan semula. Kemudian ditambah variabel slack (variabel dummy d_1), dengan $Q = 2(n+m)M = 2(7+10)2800 = 95200$, dan didefinisikan $M = \max_{\mathrm{i,j}}\{b_i, c_j\} = \max\ \{2800{,}14\} = 2800$. Sedemikian sehingga,

Minimumkan

$$Z = 7x_1 + 14x_2 + 9x_3 + 4{,}5x_4 + 8x_5 + 9{,}5x_6 + 2{,}5x_7 - 2800y_1 + 420y_2 + 62{,}2y_3 \\ +55y_4 + 700y_5 + 1{,}2y_6 + 60y_7 + 500y_8 + 500y_9 + 13y_{10}$$

Kendala:

$$3{,}6x_1 + 0{,}824x_2 + 1{,}49x_3 + 0{,}33x_4 + 0{,}7425x_5 + 9x_6 + 1{,}095x_7 - s_1 = 2800$$
$$0{,}789x_1 + 0{,}127x_3 + 0{,}0585x_4 + 0{,}0915x_5 + 0{,}07x_6 - s_2 = 420$$
$$0{,}007x_1 + 0{,}145x_2 + 0{,}04x_3 + 0{,}0023x_4 + 0{,}1x_6 + x_7 - s_3 = 62{,}2$$
$$0{,}068x_1 + 0{,}106x_2 + 0{,}183x_3 + 0{,}02x_4 + 0{,}0038x_5 + 0{,}02x_7 - s_4 = 55$$
$$0{,}24x_2 + 0{,}5x_3 + 2{,}5125x_4 + 2{,}7375x_5 + 2{,}1622x_6 - s_5 = 0{,}7$$
$$0{,}0012x_1 + 0{,}0005x_2 + 0{,}0017x_3 + 0{,}001x_4 + 0{,}0003x_5 - s_6 = 0{,}0012$$
$$0{,}1575x_4 + 0{,}585x_5 + 0{,}02x_6 - s_7 = 0{,}06$$
$$0{,}06x_1 + 0{,}0812x_2 + 1{,}29x_3 + 0{,}368x_4 + 0{,}1725x_5 + 0{,}25x_6 - s_8 = 0{,}5$$
$$1{,}4x_1 + 1{,}16x_2 + 1{,}54x_3 + 2{,}6025x_4 + 0{,}09x_5 + 0{,}3x_6 - s_9 = 0{,}5$$
$$0{,}008x_1 + 0{,}0087x_2 + 0{,}1x_3 + 0{,}005x_4 + 0{,}0128x_5 + 0{,}001x_6 - s_{10} = 0{,}013$$
$$3{,}6y_1 + 0{,}789y_2 + 0{,}007y_3 + 0{,}068y_4 + 0{,}0012y_6 + 0{,}06y_8 + 1{,}4y_9 + 0{,}008y_{10} + e_1 \\ = 7$$
$$0{,}824y_1 + 0{,}008y_3 + 0{,}176y_4 + 0{,}24y_5 + 0{,}0004y_6 + 0{,}16y_8 + 1{,}6y_9 + 0{,}008y_{10} \\ +e_2 = 14$$
$$1{,}49y_1 + 0{,}127y_2 + 0{,}04y_3 + 0{,}183y_4 + 0{,}5y_5 + 0{,}0017y_6 + 1{,}29y_8 + 1{,}54y_9 \\ +0{,}1y_{10} + e_3 = 9$$
$$0{,}33y_1 + 0{,}585y_2 + 0{,}0023y_3 + 0{,}0203y_4 + 1{,}095y_5 + 0{,}001y_6 + 0{,}1575y_7 \\ +0{,}3675y_8 + 2{,}6025y_9 + 0{,}0053y_{10} + e_4 = 4{,}5$$
$$0{,}7425y_1 + 0{,}1935y_2 + 0{,}0015y_3 + 0{,}009y_4 + 1{,}095y_5 + 0{,}0006y_6 + 0{,}0225y_7 \\ +0{,}06y_8 + 0{,}21y_9 + 0{,}0038y_{10} + e_5 = 8$$
$$9y_1 + y_3 + 2{,}1622y_5 + e_6 = 9{,}5$$
$$1{,}095y_1 + 0{,}2603y_2 + 0{,}0023y_3 + 0{,}009y_4 + 0{,}0005y_6 + 0{,}225y_7 + 0{,}2475y_8 + 0{,}3y_9 \\ +0{,}0053y_{10} + e_7 = 2{,}5$$
$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 \\ +y_{10} + s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_6 + s_7 + s_8 + s_9 + s_{10} + e_1 + e_2 + e_3 + e_4 \\ +e_5 + e_7 + d_1 = 95200$$

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

$y_i \geq 0$, $i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$

$s_i \geq 0$, $i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$

$e_i \geq 0$, $i = 1,2,3,4,5,6,7$

$d_1 \geq 0$ (4.29)

Langkah 4. Menghomogenkan pembatas

Menghomogenkan pembatas $Ax = b$ dengan menyama-dengankan nol nilai-sisi-kanan b yaitu dengan menambahkan variabel dummy d_2 ; $d_2 = 1$ pada pembatas terakhir kemudian mengurangkan nilai sisi kanan kali d_2 pada setiap pembatas menjadi:

Minimumkan

$$Z = 7x_1 + 14x_2 + 9x_3 + 4{,}5x_4 + 8x_5 + 9{,}5x_6 + 2{,}5x_7 - 2800y_1 + 420y_2 + 62{,}2y_3 + 55y_4 + 700y_5 + 1{,}2y_6 + 60y_7 + 500y_8 + 500y_9 + 13y_{10} = 0$$

Kendala:

$$3{,}6x_1 + 0{,}824x_2 + 1{,}49x_3 + 0{,}33x_4 + 0{,}7425x_5 + 9x_6 + 1{,}095x_7 - s_1 - 2800d_2 = 0$$
$$0{,}789x_1 + 0{,}127x_3 + 0{,}0585x_4 + 0{,}0915x_5 + 0{,}07x_6 - s_2 - 420d_2 = 0$$
$$0{,}007x_1 + 0{,}145x_2 + 0{,}04x_3 + 0{,}0023x_4 + 0{,}1x_6 + x_7 - s_3 - 62{,}2d_2 = 0$$
$$0{,}068x_1 + 0{,}106x_2 + 0{,}183x_3 + 0{,}02x_4 + 0{,}0038x_5 + 0{,}02x_7 - s_4 - 55d_2 = 0$$
$$0{,}24x_2 + 0{,}5x_3 + 2{,}5125x_4 + 2{,}7375x_5 + 2{,}1622x_6 - s_5 - 0{,}7d_2 = 0$$
$$0{,}0012x_1 + 0{,}0005x_2 + 0{,}0017x_3 + 0{,}001x_4 + 0{,}0003x_5 - s_6 - 0{,}0012d_2 = 0$$
$$0{,}1575x_4 + 0{,}585x_5 + 0{,}02x_6 - s_7 - 0{,}06d_2 = 0$$
$$0{,}06x_1 + 0{,}0812x_2 + 1{,}29x_3 + 0{,}368x_4 + 0{,}1725x_5 + 0{,}25x_6 - s_8 - 0{,}5d_2 = 0$$
$$1{,}4x_1 + 1{,}16x_2 + 1{,}54x_3 + 2{,}6025x_4 + 0{,}09x_5 + 0{,}3x_6 - s_9 - 0{,}5d_2 = 0$$
$$0{,}008x_1 + 0{,}0087x_2 + 0{,}1x_3 + 0{,}005x_4 + 0{,}0128x_5 + 0{,}001x_6 - s_{10} - 0{,}013d_2 = 0$$
$$3{,}6y_1 + 0{,}789y_2 + 0{,}007y_3 + 0{,}068y_4 + 0{,}0012y_6 + 0{,}06y_8 + 1{,}4y_9 + 0{,}008y_{10} + e_1 - 7d_2 = 0$$
$$0{,}824y_1 + 0{,}008y_3 + 0{,}176y_4 + 0{,}24y_5 + 0{,}0004y_6 + 0{,}16y_8 + 1{,}6y_9 + 0{,}008y_{10} + e_2 - 14d_2 = 0$$
$$1{,}49y_1 + 0{,}127y_2 + 0{,}04y_3 + 0{,}183y_4 + 0{,}5y_5 + 0{,}0017y_6 + 1{,}29y_8 + 1{,}54y_9 + 0{,}1y_{10} + e_3 - 9d_2 = 0$$
$$0{,}33y_1 + 0{,}585y_2 + 0{,}0023y_3 + 0{,}0203y_4 + 1{,}095y_5 + 0{,}001y_6 + 0{,}1575y_7 + 0{,}3675y_8 + 2{,}6025y_9 + 0{,}0053y_{10} + e_4 - 4{,}5d_2 = 0$$
$$0{,}7425y_1 + 0{,}1935y_2 + 0{,}0015y_3 + 0{,}009y_4 + 1{,}095y_5 + 0{,}0006y_6 + 0{,}0225y_7 + 0{,}06y_8 + 0{,}21y_9 + 0{,}0038y_{10} + e_5 - 8d_2 = 0$$
$$9y_1 + y_3 + 2{,}1622y_5 + e_6 - 9{,}5d_2 = 0$$
$$1{,}095y_1 + 0{,}2603y_2 + 0{,}0023y_3 + 0{,}009y_4 + 0{,}0005y_6 + 0{,}225y_7 + 0{,}2475y_8 + 0{,}3y_9 + 0{,}0053y_{10} + e_7 - 2{,}5d_2 = 0$$
$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + y_{10} + s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_6 + s_7 + s_8 + s_9 + s_{10} + e_1 + e_2 + e_3 + e_4 + e_5 + e_7 + d_1 + d_2 95200 = 0$$
$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + y_{10} + s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_6 + s_7 + s_8 + s_9 + s_{10} + e_1 + e_2 + e_3 + e_4 + e_5 + e_7 + d_1 + d_2 = 95201$$

$$x_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$$
$$y_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$$
$$s_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$$
$$e_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$$
$$d_i \geq 0, \quad i = 1,2 \qquad (4.30)$$

Langkah 5. Melakukan transformasi

Menggunakan transformasi $x_i = (Q+1)x_i{}' = (95200+1)x_i{}'$,
$y_j = (Q+1)y_j{}' = (95200+1)y_i{}'$, $\quad s_j = (Q+1)s_j{}' = (95200+1)s_i{}'$,
$e_i = (Q+1)e_i{}' = (95200+1)e_i{}'$, $\quad d_l = (Q+1)d_l{}' = (95200+1)d_i{}'$,
$dengan\ j = 1, m, i = 1, n,\ l = 1,2$

agar memperoleh nilai yang sama dengan 1 untuk pembatas yang terakhir, sehingga diperoleh:

Minimumkan

$$Z = 7x_1' + 14x_2' + 9x_3' + 4{,}5x_4' + 8x_5' + 9{,}5x_6' + 2{,}5x_7' - 2800y_1' - 420y_2' - 62{,}2y_3' \\ -55y_4' - 700y_5' - 1{,}2y_6' - 60y_7' - 500y_8' - 500y_9' - 13y_{10}' = 0$$

Kendala:

$$3{,}6x_1' + 0{,}824x_2' + 1{,}49x_3' + 0{,}33x_4' + 0{,}7425x_5' + 9x_6' + 1{,}095x_7' - s_1' - 2800d_2' = 0$$
$$0{,}789x_1' + 0{,}127x_3' + 0{,}0585x_4' + 0{,}0915x_5' + 0{,}07x_6' - s_2' - 420d_2' = 0$$
$$0{,}007x_1' + 0{,}145x_2' + 0{,}04x_3' + 0{,}0023x_4' + 0{,}1x_6' + x_7' - s_3' - 62{,}2d_2' = 0$$
$$0{,}068x_1' + 0{,}106x_2' + 0{,}183x_3' + 0{,}02x_4' + 0{,}0038x_5' + 0{,}02x_7' - s_4 - 55d_2' = 0$$
$$0{,}24x_2' + 0{,}5x_3' + 2{,}5125x_4' + 2{,}7375x_5' + 2{,}1622x_6' - s_5 - 0{,}7d_2' = 0$$
$$0{,}0012x_1' + 0{,}0005x_2' + 0{,}0017x_3' + 0{,}001x_4' + 0{,}0003x_5' - s_6 - 0{,}0012d_2' = 0$$
$$0{,}1575x_4' + 0{,}585x_5' + 0{,}02x_6' - s_7 - 0{,}06d_2' = 0$$
$$0{,}06x_1' + 0{,}0812x_2' + 1{,}29x_3' + 0{,}368x_4' + 0{,}1725x_5' + 0{,}25x_6' - s_8 - 0{,}5d_2' = 0$$
$$1{,}4x_1' + 1{,}16x_2' + 1{,}54x_3' + 2{,}6025x_4' + 0{,}09x_5' + 0{,}3x_6' - s_9 - 0{,}5d_2' = 0$$
$$0{,}008x_1' + 0{,}0087x_2' + 0{,}1x_3' + 0{,}005x_4' + 0{,}0128x_5' + 0{,}001x_6' - s_{10} - 0{,}013d_2' = 0$$
$$3{,}6y_1' + 0{,}789y_2' + 0{,}007y_3' + 0{,}068y_4' + 0{,}0012y_6' + 0{,}06y_8' + 1{,}4y_9' + 0{,}008y_{10}' + e_1' \\ -7d_2' = 0$$
$$0{,}824y_1' + 0{,}008y_3' + 0{,}176y_4' + 0{,}24y_5' + 0{,}0004y_6' + 1{,}6y_9' + 0{,}008y_{10}' + e_2' \\ -14d_2' = 0$$
$$1{,}49y_1' + 0{,}127y_2' + 0{,}04y_3' + 0{,}183y_4' + 0{,}5y_5' + 0{,}0017y_6' + 1{,}29y_8' + 1{,}54y_9' + 0{,}1y_{10}' \\ +e_3' - 9d_2' = 0$$
$$0{,}33y_1' + 0{,}0585y_2' + 0{,}0023y_3' + 0{,}0203y_4' + 1{,}095y_5' + 0{,}001y_6' + 0{,}1575y_7' \\ +0{,}3675y_8' + 2{,}6025y_9' + 0{,}0053y_{10}' + e_4' - 4{,}5d_2' = 0$$
$$0{,}7425y_1' + 0{,}1935y_2' + 0{,}0015y_3' + 0{,}009y_4' + 1{,}095y_5' + 0{,}0006y_6' + 0{,}0225y_7' \\ +0{,}06y_8' + 0{,}21y_9' + 0{,}0038y_{10}' + e_5' - 8d_2' = 0$$
$$9y_1' + y_3' + 2{,}1622y_5' + e_6' - 9{,}5d_2' = 0$$
$$1{,}095y_1' + 0{,}2603y_2' + 0{,}0023y_3' + 0{,}009y_4' + 0{,}0005y_6' + 0{,}225y_7' + 0{,}2475y_8' \\ +0{,}3y_9' + 0{,}0053y_{10}' + e_7' - 2{,}5d_2' = 0$$
$$x_1' + x_2' + x_3' + x_4' + x_5' + x_6' + x_7' + y_1' + y_2' + y_3' + y_4' + y_5' + y_6' + y_7' + y_8' + y_9' \\ +y_{10}' + s_1' + s_2' + s_3' + s_4' + s_5' + s_6' + s_7' + s_8' + s_9' + s_{10}' + e_1' + e_2' + e_3' + e_4' \\ +e_5' + e_6' + e_7' + d_1' - 95200d_2' = 0$$
$$x_1' + x_2' + x_3' + x_4' + x_5' + x_6' + x_7' + y_1' + y_2' + y_3' + y_4' + y_5' + y_6' + y_7' + y_8' + y_9' \\ +y_{10}' + s_1' + s_2' + s_3' + s_4' + s_5' + s_6' + s_7' + s_8' + s_9' + s_{10}' + e_1' + e_2' + e_3' + e_4' \\ +e_5' + e_6' + e_7' + d_1' + d_2' = 1$$

$x_i' \geq 0\,, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$y_i' \geq 0\,, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$s_i' \geq 0\,, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$

$e_i' \geq 0\,, \qquad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$d_i' \geq 0\,, \qquad i = 1,2$ (4.31)

Langkah 6. Menambahkan variabel dummy

Agar (4.4) terpenuhi, digunakan variabel buatan d_3', d_4', d_5' ke persamaan (4.31), yaitu dengan menambahkan d_3', d_4', d_5' pada pembatas terakhir dan mengurangkan perkalian d_3', d_4', d_5' pada masing-masing pembatas. Perkalian ini dipilih agar jumlah dari koefisien-koefisien semua variabel pada masing-masing pembatas sama dengan 0 (nol) sehingga (4.31) menjadi:

Minimumkan

$$Z = 7x_1' + 14x_2' + 9x_3' + 4{,}5x_4' + 8x_5' + 9{,}5x_6' + 2{,}5x_7' - 2800y_1' - 420y_2' - 62{,}2y_3' \\ -55y_4' - 700y_5' - 1{,}2y_6' - 60y_7' - 500y_8' - 500y_9' - 13y_{10}' + d_3' - d_4' \\ +3284{,}4742d_5' = 0$$

Kendala:

$$3{,}6x_1' + 0{,}824x_2' + 1{,}49x_3' + 0{,}33x_4' + 0{,}7425x_5' + 9x_6' + 1{,}095x_7' - s_1' - 2800d_2' \\ +d_3' - d_4' + 2783{,}9185d_5' = 0$$

$$0{,}789x_1' + 0{,}127x_3' + 0{,}0585x_4' + 0{,}1935x_5' + 0{,}2603x_7' - s_2' - 420d_2' + d_3' - d_4' \\ +419{,}5717d_5' = 0$$

$$0{,}007x_1' + 0{,}008x_2' + 0{,}04x_3' + 0{,}0023x_4' + 0{,}0015x_5' + x_6' + 0{,}0023x_7' - s_3' \\ -62{,}2d_2' + d_3' - d_4' + 62{,}1389d_5' = 0$$

$$0{,}068x_1' + 0{,}176x_2' + 0{,}183x_3' + 0{,}0203x_4' + 0{,}009x_5' + 0{,}009x_7' - s_4' - 55d_2' + d_3' \\ -d_4' + 55{,}5437d_5' = 0$$

$$0{,}24x_2' + 0{,}5x_3' + 2{,}5125x_4' + 1{,}095x_5' + 2{,}1622x_6' - s_5' - 0{,}7d_2' + d_3' - d_4' \\ +1{,}6935d_5' = 0$$

$$0{,}0012x_1' + 0{,}0004x_2' + 0{,}0017x_3' + 0{,}001x_4' + 0{,}0006x_5' + 0{,}0005x_7' - s_6' \\ -0{,}0012d_2' + d_3' - d_4' + 1{,}0012d_5' = 0$$

$$0{,}1575x_4' + 0{,}0225x_5' + 0{,}225x_7' - s_7' - 0{,}06d_2' + d_3' - d_4' + 1{,}0596d_5' = 0$$

$$0{,}006x_1' + 0{,}16x_2' + 1{,}29x_3' + 0{,}3675x_4' + 0{,}06x_5' + 0{,}2475x_7' - s_8' - 0{,}5d_2' + d_3' \\ -d_4' + 1{,}4956d_5' = 0$$

$$1{,}4x_1' + 1{,}6x_2' + 1{,}54x_3' + 2{,}6025x_4' + 0{,}21x_5' + 0{,}3x_7' - s_9' - 0{,}5d_2' + d_3' - d_4' \\ +1{,}4924d_5' = 0$$

$$0{,}008x_1' + 0{,}008x_2' + 0{,}1x_3' + 0{,}0053x_4' + 0{,}0038x_5' + 0{,}0053x_7' - s_{10}' \\ -0{,}013d_2' + d_3' - d_4' + 1{,}0129d_5' = 0$$

$$3{,}6y_1' + 0{,}789y_2' + 0{,}007y_3' + 0{,}068y_4' + 0{,}0012y_6' + 0{,}06y_8' + 1{,}4y_9' + 0{,}008y_{10}' + e_1' \\ -7d_2' + d_3' - d_4' + 1{,}5345308d_5' = 0$$

$$0{,}824y_1' + 0{,}008y_3' + 0{,}176y_4' + 0{,}24y_5' + 0{,}0004y_6' + 1{,}6y_9' + 0{,}008y_{10}' + e_2' \\ -14d_2' + d_3' - d_4' + 11{,}9901516d_5' = 0$$

$$1{,}49y_1' + 0{,}127y_2' + 0{,}04y_3' + 0{,}183y_4' + 0{,}5y_5' + 0{,}0017y_6' + 1{,}29y_8' + 1{,}54y_9' + 0{,}1y_{10}' \\ +e_3' - 9d_2' + d_3' - d_4' + 6{,}1565683d_5' = 0$$

$$0{,}33y_1' + 0{,}0585y_2' + 0{,}0023y_3' + 0{,}0203y_4' + 1{,}095y_5' + 0{,}001y_6' + 0{,}1575y_7' + 0{,}3675y_8' + 2{,}6025y_9' + 0{,}0053y_{10}' + e_4' - 4{,}5d_2' + d_3' - d_4' + 3{,}0832537d_5' = 0$$

$$0{,}7425y_1' + 0{,}1935y_2' + 0{,}0015y_3' + 0{,}009y_4' + 1{,}095y_5' + 0{,}0006y_6' + 0{,}0225y_7' + 0{,}06y_8' + 0{,}21y_9' + 0{,}0038y_{10}' + e_5' - 8d_2' + d_3' + 4{,}6616d_4' + d_5' = 0$$

$$9y_1' + y_3' + 2{,}1622y_5' + e_6' - 9{,}5d_2' + d_3' - 1{,}5021622d_4' + d_5' = 0$$

$$1{,}095y_1' + 0{,}2603y_2' + 0{,}0023y_3' + 0{,}009y_4' + 0{,}0005y_6' + 0{,}225y_7' + 0{,}2475y_8' + 0{,}3y_9' + 0{,}0053y_{10}' + e_7' - 2{,}5d_2' + d_3' - d_4' + 0{,}1326217d_5' = 0$$

$$x_1' + x_2' + x_3' + x_4' + x_5' + x_6' + x_7' + y_1' + y_2' + y_3' + y_4' + y_5' + y_6' + y_7' + y_8' + y_9' + y_{10}' + s_1' + s_2' + s_3' + s_4' + s_5' + s_6' + s_7' + s_8' + s_9' + s_{10}' + e_1' + e_2' + e_3' + e_4' + e_5' + e_6' + e_7' + d_1' - 95200d_2' + d_3' - d_4' + 95165d_5' = 0$$

$$x_1' + x_2' + x_3' + x_4' + x_5' + x_6' + x_7' + y_1' + y_2' + y_3' + y_4' + y_5' + y_6' + y_7' + y_8' + y_9' + y_{10}' + s_1' + s_2' + s_3' + s_4' + s_5' + s_6' + s_7' + s_8' + s_9' + s_{10}' + e_1' + e_2' + e_3' + e_4' + e_5' + e_6' + e_7' + d_1' + d_2' + d_3' - 36d_4' + d_5' = 1$$

$$x_i' \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$$
$$y_i' \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$$
$$s_i' \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$$
$$e_i' \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$$
$$d_i' \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5 \qquad (4.32)$$

Bentuk (4.32) sudah berada dalam bentuk Karmarkar dengan 39 variabel, dengan $\left[\frac{1}{39}, \dots, \frac{1}{39}\right]$ adalah fisibel.
PL (4.32) dapat diselesaikan dengan algoritma Karmarkar.

Penyelesaian permasalahan di atas diselesaikan dengan algoritma Karmarkar menggunakan *software* MATLAB. Berdasarkan perhitungan menggunakan MATLAB seperti yang ditunjukkan pada Lampiran 8, dapat diketahui bahwa $x_1 = 23{,}868$; $x_2 = 24{,}497$; $x_3 = 27{,}925$; $x_4 = 24{,}586$; $x_5 = 28{,}475$; $x_6 = 23{,}607$; $x_7 = 29{,}014$ dan biaya minimum yang diperoleh adalah Rp. 9.002,631,-. Dengan demikian dapat diartikan bahwa dalam kombinasi makanan kasus satu untuk memenuhi persyaratan gizi harian bagi pria dewasa, dibutuhkan jumlah bahan makanan beras sebanyak 23,868 gram, ikan kembung 24,497 gram, tempe 27,925 gram, kacang panjang 24,586 gram, pisang 28,475 gram, minyak goreng 23,607 gram, dan singkong 29,014 gram. Biaya total yang dikeluarkan adalah Rp. 9.002,631,- atau dibulatkan menjadi Rp. 9.000,-.

b. Kasus dua

Bentuk Karmarkar dari kasus dua kombinasi makanan yang dihasilkan untuk pria dewasa seperti pada Lampiran 7. Berdasarkan perhitungan menggunakan MATLAB seperti yang ditunjukkan pada Lampiran 8, dapat diketahui bahwa $x_1 = 25{,}807$; $x_2 = 26{,}016$; $x_3 = 28{,}401$; $x_4 = 23{,}526$; $x_5 = 28{,}504$; $x_6 = 27{,}412$; $x_7 = 25{,}496$ dan biaya minimum yang diperoleh adalah Rp. 8.898,718,-. Dengan demikian dapat diartikan bahwa dalam kombinasi makanan kasus dua untuk memenuhi persyaratan gizi harian bagi pria dewasa, dibutuhkan jumlah bahan makanan beras sebanyak 25,807 gram, ayam 26,016 gram, tempe 28,401 gram, kacang panjang 23,526 gram, pepaya 28,504 gram, santan 27,412 gram, dan minyak goreng 25,496 gram. Biaya total yang dikeluarkan adalah Rp. 8.898,718,- atau dibulatkan menjadi Rp. 8.800,-.

c. Kasus tiga

Bentuk Karmarkar dari kasus tiga kombinasi makanan yang dihasilkan untuk pria dewasa seperti pada Lampiran 7. Berdasarkan perhitungan menggunakan MATLAB seperti yang ditunjukkan pada Lampiran 8, dapat diketahui bahwa $x_1 = 26{,}367$; $x_2 = 25{,}542$; $x_3 = 28{,}051$; $x_4 = 25{,}165$; $x_5 = 26{,}904$; $x_6 = 26{,}758$; $x_7 = 24{,}865$ dan biaya minimum yang diperoleh adalah Rp. 8.102,786,-. Dengan demikian dapat diartikan bahwa dalam kombinasi makanan kasus tiga untuk memenuhi persyaratan gizi harian bagi pria dewasa, dibutuhkan jumlah bahan makanan beras sebanyak 26,367 gram, telur ayam 25,542 gram, tahu 28,051 gram, kangkung 25,165 gram, pisang 26,904 gram, jagung 26,758 gram, dan minyak goreng 24,865 gram. Biaya total yang dikeluarkan adalah Rp. 8.102,786,- atau dibulatkan menjadi Rp. 8.100,-.

4.3.2 Kombinasi Makanan untuk Wanita Dewasa

Model matematika yang telah dibuat pada kombinasi makanan wanita dewasa juga harus diubah ke dalam bentuk Karmarkar untuk masing-masing kasusnya.

a. Kasus satu

Bentuk Karmarkar dari kasus satu kombinasi makanan yang dihasilkan untuk wanita dewasa seperti pada Lampiran 7. Berdasarkan perhitungan menggunakan MATLAB seperti yang ditunjukkan pada Lampiran 8, dapat diketahui bahwa
$x_1 = 25{,}863$; $x_2 = 25{,}222$; $x_3 = 28{,}652$; $x_4 = 26{,}920$;
$x_5 = 27{,}302$; $x_6 = 25{,}766$; $x_7 = 27{,}835$ dan biaya minimum yang diperoleh adalah Rp. 6.082,809,-. Dengan demikian dapat diartikan bahwa dalam kombinasi makanan kasus satu untuk memenuhi persyaratan gizi harian bagi wanita dewasa, dibutuhkan jumlah bahan makanan beras

sebanyak 25,863 gram, ikan kembung 25,222 gram, tempe 28,652 gram, kacang panjang 26,920 gram, pisang 27,302 gram, minyak goreng 25,766 gram, dan singkong 27,835 gram. Biaya total yang dikeluarkan adalah Rp. 6.082,809,- atau dibulatkan menjadi Rp. 6.000,-.

b. Kasus dua

Bentuk Karmarkar dari kasus dua kombinasi makanan yang dihasilkan untuk wanita dewasa seperti pada Lampiran 7. Berdasarkan perhitungan menggunakan MATLAB seperti yang ditunjukkan pada Lampiran 8, dapat diketahui bahwa
$x_1 = 28{,}416$; $x_2 = 27{,}255$; $x_3 = 27{,}743$; $x_4 = 28{,}689$;
$x_5 = 28{,}657$; $x_6 = 26{,}314$; $x_7 = 27{,}831$ dan biaya minimum yang diperoleh adalah Rp. 5.835,961,-. Dengan demikian dapat diartikan bahwa dalam kombinasi makanan kasus dua untuk memenuhi persyaratan gizi harian bagi wanita dewasa, dibutuhkan jumlah bahan makanan beras sebanyak 28,416 gram, ayam 27,255 gram, tempe 27,743 gram, kacang panjang 28,689 gram, pepaya 28,657 gram, santan 26,314 gram, dan minyak goreng 27,831 gram. Biaya total yang dikeluarkan adalah Rp. 5.835,961,- atau dibulatkan menjadi Rp. 5800,-.

c. Kasus tiga

Bentuk Karmarkar dari kasus tiga kombinasi makanan yang dihasilkan untuk wanita dewasa seperti pada Lampiran 7. Berdasarkan perhitungan menggunakan MATLAB seperti yang ditunjukkan pada Lampiran 8, dapat diketahui bahwa
$x_1 = 26{,}403$; $x_2 = 25{,}510$; $x_3 = 28{,}058$; $x_4 = 25{,}167$;
$x_5 = 26{,}824$; $x_6 = 26{,}754$; $x_7 = 24{,}885$ dan biaya minimum yang diperoleh adalah Rp. 5.664,048,-. Dengan demikian dapat diartikan bahwa dalam kombinasi makanan kasus tiga untuk memenuhi persyaratan gizi harian bagi wanita dewasa, dibutuhkan jumlah bahan makanan beras sebanyak 26,403 gram, telur ayam 25,510 gram, tahu 28,058 gram, kangkung 25,167 gram, pisang 26,824 gram, jagung 26,754 gram, dan minyak goreng 24,885 gram. Biaya total yang dikeluarkan adalah Rp. 5.664,048,- atau dibulatkan menjadi Rp. 5.600,-.

Dari tiga kasus kombinasi makanan baik untuk pria dewasa maupun untuk wanita dewasa, biaya termurah dihasilkan pada pria dewasa yaitu pada kasus tiga kombinasi makanan beras, telur ayam, tahu, kangkung, pisang, jagung, dan minyak goreng, dimana biaya minimal yang dibutuhkan adalah sebesar Rp. 8.100,786,- atau dibulatkan menjadi Rp. 8.100,- 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. 5.664,048,- atau dibulatkan menjadi Rp. 5.600,- yakni pada kasus tiga kombinasi makanan beras, telur ayam, tahu, kangkung, pisang, jagung, dan minyak goreng.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil adalah:

1. Formulasi masalah program linear umum ke dalam bentuk Karmarkar prosesnya antara lain menentukan dual PL, Mengubah primal dan dual ke bentuk standar, menambahkan pembatas baru, menghomogenkan pembatas, dan melakukan transformasi.
2. Pada pria dewasa, alternatif kombinasi makanan yang optimal untuk kebutuhan gizi sehari dengan biaya minimal yaitu: beras sebanyak, telur ayam, tahu, kangkung, pisang, jagung, dan minyak goreng. Total biaya minimum yang dikeluarkan adalah Rp. 8.100,-. Sementara itu, pada wanita dewasa, alternatif kombinasi makanan yang optimal, yaitu: beras, telur ayam, tahu, kangkung, pisang, jagung, dan minyak goreng. Total biaya minimum yang dikeluarkan adalah Rp. 5.600,-.

5.2 Saran

Metode ini disarankan untuk penyelesaian program linear dengan menggunakan *software* komputer karena mempunyai kelebihan yaitu jika masalah program linear sudah dalam bentuk Karmarkar dapat diselesaikan dengan algoritmanya dengan bantuan *software* sehingga waktu perhitungan lebih cepat. Disamping itu, metode ini mempunyai kelemahan yaitu jika dikerjakan manual pada pengubahan dari masalah program linear umum yang mempunyai jumlah variabel dan kendala banyak ke dalam bentuk Karmarkar akan membutuhkan waktu yang cukup lama.

DAFTAR PUSTAKA

Almatsier, S. 2004. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Anton, H. 1995. *Aljabar Linear Elementer*. Erlangga. Jakarta.

Budiyanto, A. K. 2004. *Dasar-Dasar Ilmu Gizi*. UMM Pres. Malang.

Dimyati, T. T. dan Dimyati, Ahmad. 1987. *Operation Research*: *Model-Model Pengambilan Keputusan*. PT Sinar Baru Algesindo.Bandung.

Gamal dan Bahri, 2003. *Pendekatan Program Linear untuk Persoalan Pemotongan Stok (Pola Pemotongan Satu Dimensi)*, *Jurnal Natur Indonesia,* Vol.5, No.2.

Hillier Frederick S. and Gerald J. Lieberman. 1990. *Pengantar Riset Operasi Jilid 1*. Alih bahasa: Ellen Gunawan S dan Ardi Wirda Mulia. Jakarta. Erlangga.

Irianto, D. P. 2007. *Panduan Gizi Lengkap Keluarga dan Olahragawan*. Andi. Yogyakarta.

Mangisu, Sarce. 2008. *Penerapan Program Linear Dalam Mengoptimalkan Kebutuhan Gizi Harian dengan Biaya Minimum*. Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya. Malang.

Nasendi, B. D. dan Effendi Anwar. 1985. Program Linier dan Variasinya. Jakarta. PT Gramedia.

Schrijver, A. 2002. *The New Linear Programming Method of Karmarkar*. (*http://oai.cwi.nl/oai /asset/10182/10182A.pdf*, diakses 11 April 2011).

Soekirman. 2000. *Ilmu Gizi dan Aplikasinya untuk Keluarga dan Masyarakat*. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.

Subagyo, P. 1985. *Dasar-dasar Operations Research*, BPFE, Yogyakarta.

Supranto. 1983. *Linear Programming*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

Szabo, Zsuzsanna and Marta Kovacs. 2003. *On interior-Point Method and Simplex method in Linear Programming*. (*http://www.emis.de/journals/ASUO/mathematics/pdf6/155-162-ZSzabo-Mkovacs. pdf*, diakses 11 April 2011).

Taha, Hamdy A. 1996. *Riset Operasi Jilid 1*. Alih Bahasa: Daniel Wirajaya. Jakarta. Binarupa Aksara.

Tejasari. 2005. *Nilai-Gizi Pangan (Edisi Pertama)*. Graha Ilmu.Yogyakarta.

Turkay, Metin. 2002. *Karmarkar's Projective Agorithm*. (*http://home.ku.edu.tr/~mturkay/indr501/INDR501 - Lecture Notes-9.pdf*, diakses 11 April 2011).

Utama, S. (2005). Aplikasi Metode *Ekstended Quadratic Interior Point* (EQIP) untuk *economic Dispatch* Pembangkit Termal Bali. Universitas Udayana. Bali.

Winston, W. L. 1993. *Operations Research : Applications and Algorithms*. Edisi ke-3. Wadsworth Publishing Company. USA.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Anjuran Menu Perhari 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: Mangisu, 2008

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. 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	200	250	250	250
5.	Buah	300	300	300	300	200	200	200
6.	Minyak	20	20	30	30	40	40	40

Keterangan: satuan dalam gram.

Lampiran 3. Daftar Harga Bahan Makanan

Bahan makanan (j)	Harga (Rp) / kg	Harga (Rp) / gr
Beras	7000	7
Jagung	5000	5
Singkong	2500	2.5
Ayam	24000	24
Ikan kembung	14000	14
Telur ayam	15000	15
Tahu	6000	6
Tempe	9000	9
Bayam	5000	5
Kacang panjang	4500	4.5
Kangkung	4000	4
Pepaya	4500	4.5
Pisang (Ambon)	8000	8
Santan	9000	9
Minyak goreng	9500	9.5

Sumber : Pasar Pandaan (9-15 Mei 2011).

Lampiran 4. Komposisi Bahan Makanan (per 100 gram)

Bahan makanan (j)	Kalori (kal)	Karbohidrat (gr)	Lemak (gr)	Protein (gr)	Vitamin A (mg)	Vitamin B1 (mg)	Vitamin C (mg)	Kalsium (mg)	Phospor (mg)	Besi (mg)	Bagian yang dapat 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 : Mangisu, 2008

Lampiran 5. 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 : Mangisu, 2008

Lampiran 6. Angka Kecukupan Gizi (AKG)

Golongan umur (th)	Berat badan (kg)	Tinggi badan (cm)	Kalori (kal)	Karbohidrat (gr)	Lemak (gr)	Protein (gr)	Vitamin A (S.I)	Vitamin B1 (mg)	Vitamin C (mg)	Kalsium (mg)	Phospor (mg)	Besi (mg)
20-45 (pria)	62	165	2800	420	62,2	55	700	1.2	60	500	500	13
20-45 (wanita)	54	156	2200	330	49	48	500	1	60	500	450	26

Sumber : Mangisu, 2008

Lampiran 7. Program Linear Umum Diubah ke Bentuk Karmarkar

PRIA DEWASA

1. Kasus Dua

- Mencari dualnya

Maksimumkan

$Z = 2800y_1 + 420y_2 + 62{,}2y_3 + 55y_4 + 700y_5 + 1{,}2y_6 + 60y_7 + 500y_8 + 500y_9 + 13y_{10}$

Kendala:

$3{,}6y_1 + 0{,}789y_2 + 0{,}007y_3 + 0{,}068y_4 + 0{,}0012y_6 + 0{,}06y_8 + 1{,}4y_9 + 0{,}008y_{10} \leq 7$

$1{,}7516y_1 + 0{,}145y_3 + 0{,}106y_4 + 4{,}7y_5 + 0{,}0005y_6 + 0{,}812y_8 + 1{,}16y_9 + 0{,}0087y_{10} \leq 24$

$1{,}49y_1 + 0{,}127y_2 + 0{,}04y_3 + 0{,}183y_4 + 0{,}5y_5 + 0{,}0017y_6 + 1{,}29y_8 + 1{,}54y_9 + 0{,}1y_{10} \leq 9$

$0{,}33y_1 + 0{,}585y_2 + 0{,}0023y_3 + 0{,}02y_4 + 2{,}5125y_5 + 0{,}001y_6 + 0{,}1575y_7 + 0{,}368y_8 + 2{,}6025y_9 + 0{,}005y_{10} \leq 4{,}5$

$0{,}345y_1 + 0{,}0915y_2 + 0{,}0038y_4 + 2{,}7375y_5 + 0{,}0003y_6 + 0{,}585y_7 + 0{,}1725y_8 + 0{,}09y_9 + 0{,}0128y_{10} \leq 4{,}5$

$1{,}22y_1 + 0{,}076y_2 + 0{,}1y_3 + 0{,}02y_4 + 0{,}02y_7 + 0{,}25y_8 + 0{,}3y_9 + 0{,}001y_{10} \leq 9$

$9y_1 + y_3 + 2{,}1622y_5 \leq 9{,}5$

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

$y_i \geq 0\,, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$

- Mengubah bentuk primal dual ke bentuk standart dengan menambahkan variabel slack

Minimumkan

$Z = 7x_1 + 24x_2 + 9x_3 + 4{,}5x_4 + 4{,}5x_5 + 9x_6 + 9{,}5x_7 - 2800y_1 - 420y_2 - 62{,}2y_3 - 55y_4 - 700y_5 - 1{,}2y_6 - 60y_7 - 500y_8 - 500y_9$
$\quad -13y_{10}$

Kendala:

$3{,}6x_1 + 1{,}7516x_2 + 1{,}49x_3 + 0{,}33x_4 + 0{,}345x_5 + 1{,}22x_6 + 9x_7 - s_1 = 2800$

$0{,}789x_1 + 0{,}127x_3 + 0{,}0585x_4 + 0{,}0915x_5 + 0{,}076x_6 - s_2 = 420$

$0{,}007x_1 + 0{,}145x_2 + 0{,}04x_3 + 0{,}0023x_4 + 0{,}1x_6 + x_7 - s_3 = 62{,}2$

$0{,}068x_1 + 0{,}106x_2 + 0{,}183x_3 + 0{,}02x_4 + 0{,}0038x_5 + 0{,}02x_6 - s_4 = 55$

$4{,}7x_2 + 0{,}5x_3 + 2{,}5125x_4 + 2{,}7375x_5 + 2{,}1622x_7 - s_5 = 0{,}7$

$0{,}0012x_1 + 0{,}0005x_2 + 0{,}0017x_3 + 0{,}001x_4 + 0{,}0003x_5 - s_6 = 0{,}0012$

$0,1575x_4 \ + \ 0,585x_5 \ + \ 0,02x_6 - s_7 = 0,06$
$0,06x_1 \ + 0,0812x_2 + 1.29x_3 \ + 0,368x_4 \ + 0,1725x_5 + 0,25x_6 - s_8 = 0,5$
$1,4x_1 + 1,16x_2 \ + 1,54x_3 \ + 2,6025x_4 \ + 0,09x_5 + 0,3x_6 - s_9 = 0,5$
$0,008x_1 \ + 0,0087x_2 \ + 0,1x_3 + 0,005\, x_4 + 0,0128x_5 \ + 0,001x_6 - s_{10} = 0,013$
$3,6y_1 + 0,789y_2 + 0,007y_3 + 0,068y_4 + 0,0012y_6 + 0,06y_8 + 1,4y_9 + 0,008y_{10} + e_1 = 7$
$1,7516y_1 + 0,145y_3 + 0,106y_4 + 4,7y_5 + 0,0005y_6 + 0,812y_8 + 1,16y_9 + 0,0087y_{10} + e_2 = 24$
$1,49y_1 + 0,127y_2 + 0,04y_3 + 0,183y_4 + 0,5y_5 + 0,0017y_6 + 1,29y_8 + 1,54y_9 + 0,1y_{10} + e_3 = 9$
$0,33y_1 + 0,585y_2 + 0,0023y_3 + 0,02y_4 + 2,5125y_5 + 0,001y_6 + 0,1575y_7 + 0,368y_8 + 2,6025y_9 + 0,005y_{10} + e_4 = 4,5$
$0,345y_1 + 0,0915y_2 + 0,0038y_4 + 2,7375y_5 + 0,0003y_6 + 0,585y_7 + 0,1725y_8 + 0,09y_9 + 0,0128y_{10} + e_5 = 4,5$
$1,22y_1 + 0,076y_2 + 0,1y_3 + 0,02y_4 + 0,02y_7 + 0,25y_8 + 0,3y_9 + 0,001y_{10} + e_6 = 9$
$1,9y_1 + y_3 + 2,1622y_5 + e_7 = 9,5$
$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + y_{10} + s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_6 + s_7 + s_8 + s_9 +$
$s_{10} + e_1 + e_2 + e_3 + e_4 + e_5 + e_7 + d_1 = 95200$
$x_i \geq 0\,, \qquad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$y_i \geq 0\,, \qquad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$s_i \geq 0\,, \qquad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$e_i \geq 0\,, \qquad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$d_1 \geq 0$

- Menghomogenkan pembatas

Minimumkan

$Z = 7x_1 + 24x_2 + 9x_3 + 4,5x_4 + 4,5x_5 + \ 9x_6 + 9,5x_7 - 2800y_1 - 420y_2 - 62,2y_3 - 55y_4 - 700y_5 - 1,2y_6 - 60y_7 - 500y_8 - 500y_9$
$\quad -13y_{10} \ = 0$

Kendala:

$3,6x_1 + 1,7516x_2 + 1,49x_3 + 0,33x_4 + 0,345x_5 + 1,22x_6 + 9x_7 - s_1 - 2800d_2 = 0$
$0,789x_1 + 0,127x_3 + 0,0585x_4 + 0,0915x_5 + 0,076x_6 - s_2 - 420d_2 = 0$
$0,007x_1 + 0,145x_2 + 0,04x_3 + 0,0023x_4 + 0,1x_6 \ + x_7 - s_3 - 62,2d_2 = 0$
$0,068x_1 + 0,106x_2 + 0,183x_3 + 0,02x_4 + 0,0038x_5 + 0,02x_6 - s_4 - 55d_2 = 0$
$4,7x_2 + 0,5x_3 + 2,5125x_4 + 2,7375x_5 + 2,1622x_7 - s_5 - 0,7d_2 = 0$
$0,0012x_1 + 0,0005x_2 + 0,0017x_3 + 0,001x_4 + 0,0003x_5 - s_6 - 0,0012d_2 = 0$

$0,1575x_4 \; + \; 0,585x_5 \; + \; 0,02x_6 - s_7 - 0,06d_2 = 0$
$0,06x_1 \; + 0,0812x_2 + 1,29x_3 \; + 0,368x_4 \; + 0,1725x_5 + 0,25x_6 - s_8 - 0,5 = 0$
$1,4x_1 + 1,16x_2 \; + 1,54x_3 \; + 2,6025x_4 \; + 0,09x_5 + 0,3x_6 - s_9 - 0,5d_2 = 0$
$0,008x_1 \; + 0,0087x_2 \; + 0,1x_3 + 0,005\,x_4 + 0,0128x_5 \; + 0,001x_6 - s_{10} - 0,013d_2 = 0$
$3,6y_1 + 0,789y_2 + 0,007y_3 + 0,068y_4 + 0,0012y_6 + 0,06y_8 + 1,4y_9 + 0,008y_{10} + e_1 - 7d_2 = 0$
$1,7516y_1 + 0,145y_3 + 0,106y_4 + 4,7y_5 + 0,0005y_6 + 0,812y_8 + 1,16y_9 + 0,0087y_{10} + e_2 - 24d_2 = 0$
$1,49y_1 + 0,127y_2 + 0,04y_3 + 0,183y_4 + 0,5y_5 + 0,0017y_6 + 1,29y_8 + 1,54y_9 + 0,1y_{10} + e_3 - 9d_2 = 0$
$0,33y_1 + 0,585y_2 + 0,0023y_3 + 0,02y_4 + 2,5125y_5 + 0,001y_6 + 0,1575y_7 + 0,368y_8 + 2,6025y_9 + 0,005y_{10} + e_4 - 4,5d_2 = 0$
$0,345y_1 + 0,0915y_2 + 0,0038y_4 + 2,7375y_5 + 0,0003y_6 + 0,585y_7 + 0,1725y_8 + 0,09y_9 + 0,0128y_{10} + e_5 - 4,5d_2 = 0$
$1,22y_1 + 0,076y_2 + 0,1y_3 + 0,02y_4 + 0,02y_7 + 0,25y_8 + 0,3y_9 + 0,001_{10} + e_6 - 9d_2 = 0$
$1,9y_1 + y_3 + 2,1622y_5 + e_7 - 9,5d_2 = 0$
$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + y_{10} + s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_6 + s_7 + s_8 + s_9 +$
$s_{10} + e_1 + e_2 + e_3 + e_4 + e_5 + e_7 + d_1 - 95200d_2 = 0$
$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + y_{10} + s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_6 + s_7 + s_8 + s_9 +$
$s_{10} + e_1 + e_2 + e_3 + e_4 + e_5 + e_7 + d_1 + d_2 = 95201$
$x_i \geq 0\,, \qquad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$y_i \geq 0\,, \qquad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$s_i \geq 0\,, \qquad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$e_i \geq 0\,, \qquad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$d_i \geq 0\,, \qquad i = 1,2$

- Menggunakan transformasi

$x_j = (Q+1)x'_j\,;\;\; y_j = (Q+1)y'_j\,;\; s_j = (Q+1)s'_j\,;\; e_j = (Q+1)e'_j\,;\; d_j = (Q+1)d'_j$, menghasilkan

Minimumkan

$$Z = 7x'_1 + 24x'_2 + 9x'_3 + 4,5x'_4 + 4,5x'_5 + \; 9x'_6 + 9,5x'_7 - 2800y'_1 - 420y'_2 - 62,2y'_3 - 55y'_4 - 700y'_5 - 1,2y'_6 - 60y'_7 - 500y'_8 - 500y'_9 \\ -13y'_{10} = 0$$

Kendala:

$3,6x'_1 + 1,7516x'_2 + 1,49x'_3 + 0,33x'_4 + 0,345x'_5 + 1,22x'_6 + 9x'_7 - s'_1 - 2800d'_2 = 0$
$0,789x'_1 + 0,127x'_3 + 0,0585x'_4 + 0,0915x'_5 + 0,076x'_6 - s'_2 - 420d'_2 = 0$

$0{,}007x_1' + 0{,}145x_2' + 0{,}04x_3' + 0{,}0023x_4' + 0{,}1x_6' + x_7' - s_3' - 62{,}2d_2' = 0$
$0{,}068x_1' + 0{,}106x_2' + 0{,}183x_3' + 0{,}02x_4' + 0{,}0038x_5' + 0{,}02x_6' - s_4' - 55d_2' = 0$
$4{,}7x_2' + 0{,}5x_3' + 2{,}5125x_4' + 2{,}7375x_5' + 2{,}1622x_7' - s_5' - 0{,}7d_2' = 0$
$0{,}0012x_1' + 0{,}0005x_2' + 0{,}0017x_3' + 0{,}001x_4' + 0{,}0003x_5' - s_6' - 0{,}0012d_2' = 0$
$0{,}1575x_4' + 0{,}585x_5' + 0{,}02x_6' - s_7' - 0{,}06d_2' = 0$
$0{,}06x_1' + 0{,}0812x_2' + 1{,}29x_3' + 0{,}368x_4' + 0{,}1725x_5' + 0{,}25x_6' - s_8' - 0{,}5d_2' = 0$
$1{,}4x_1' + 1{,}16x_2' + 1{,}54x_3' + 2{,}6025x_4' + 0{,}09x_5' + 0{,}3x_6' - s_9' - 0{,}5d_2' = 0$
$0{,}008x_1' + 0{,}0087x_2' + 0{,}1x_3' + 0{,}005\,x_4' + 0{,}0128x_5' + 0{,}001x_6' - s_{10}' - 0{,}013d_2' = 0$
$3{,}6y_1' + 0{,}789y_2' + 0{,}007y_3' + 0{,}068y_4' + 0{,}0012y_6' + 0{,}06y_8' + 1{,}4y_9' + 0{,}008y_{10}' + e_1' - 7d_2' = 0$
$1{,}7516y_1' + 0{,}145y_3' + 0{,}106y_4' + 4{,}7y_5' + 0{,}0005y_6' + 0{,}812y_8' + 1{,}16y_9' + 0{,}0087y_{10}' + e_2' - 24d_2' = 0$
$1{,}49y_1' + 0{,}127y_2' + 0{,}04y_3' + 0{,}183y_4' + 0{,}5y_5' + 0{,}0017y_6' + 1{,}29y_8' + 1{,}54y_9' + 0{,}1y_{10}' + e_3' - 9d_2' = 0$
$0{,}33y_1' + 0{,}585y_2' + 0{,}0023y_3' + 0{,}02y_4' + 2{,}5125y_5' + 0{,}001y_6' + 0{,}1575y_7' + 0{,}368y_8' + 2{,}6025y_9' + 0{,}005y_{10}' + e_4' - 4{,}5d_2' = 0$
$0{,}345y_1' + 0{,}0915y_2' + 0{,}0038y_4' + 2{,}7375y_5' + 0{,}0003y_6' + 0{,}585y_7' + 0{,}1725y_8' + 0{,}09y_9' + 0{,}0128y_{10}' + e_5' - 4{,}5d_2' = 0$
$1{,}22y_1' + 0{,}076y_2' + 0{,}1y_3' + 0{,}02y_4' + 0{,}02y_7' + 0{,}25y_8' + 0{,}3y_9' + 0{,}001y_{10}' + e_6' - 9d_2' = 0$
$1{,}9y_1' + y_3' + 2{,}1622y_5' + e_7' - 9{,}5d_2' = 0$
$x_1' + x_2' + x_3' + x_4' + x_5' + x_6' + x_7' + y_1' + y_2' + y_3' + y_4' + y_5' + y_6' + y_7' + y_8' + y_9' + y_{10}' + s_1' + s_2' + s_3' + s_4' + s_5' + s_6' + s_7' + s_8' + s_9' + s_{10}'$
$\quad + e_1' + e_2' + e_3' + e_4' + e_5' + e_6' + e_7' + d_1' - 95200d_2' = 0$
$x_1' + x_2' + x_3' + x_4' + x_5' + x_6' + x_7' + y_1' + y_2' + y_3' + y_4' + y_5' + y_6' + y_7' + y_8' + y_9' + y_{10}' + s_1' + s_2' + s_3' + s_4' + s_5' + s_6' + s_7' + s_8' + s_9' + s_{10}'$
$\quad + e_1' + e_2' + e_3' + e_4' + e_5' + e_6' + e_7' + d_1' + d_2' = 1$
$x_i' \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$y_i' \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$s_i' \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$e_i' \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$d_i' \geq 0, \quad i = 1,2$

- Menambahkan variabel d_3', d_4', d_5' agar jumlah koefisiennya bernilai nol

Minimumkan

$Z = 7x_1' + 24x_2' + 9x_3' + 4{,}5x_4' + 4{,}5x_5' + 9x_6' + 9{,}5x_7' - 2800y_1' - 420y_2' - 62{,}2y_3' - 55y_4' - 700y_5' - 1{,}2y_6' - 60y_7' - 500y_8' - 500y_9'$
$\quad - 13y_{10}' + d_3' - d_4' + 5043{,}9d_5' = 0$

Kendala:

$3{,}6x_1' + 1{,}7516x_2' + 1{,}49x_3' + 0{,}33x_4' + 0{,}345x_5' + 1{,}22x_6' + 9x_7' - s_1' - 2800d_2' + d_3' - d_4' + 2783{,}2034d_5' = 0$
$0{,}789x_1' + 0{,}127x_3' + 0{,}0585x_4' + 0{,}0915x_5' + 0{,}076x_6' - s_2' - 420d_2' + d_3' - d_4' + 419{,}858d_5' = 0$
$0{,}007x_1' + 0{,}145x_2' + 0{,}04x_3' + 0{,}0023x_4' + 0{,}1x_6' + x_7' - s_3' - 62{,}2d_2' + d_3' - d_4' + 61{,}9057d_5' = 0$
$0{,}068x_1' + 0{,}106x_2' + 0{,}183x_3' + 0{,}02x_4' + 0{,}0038x_5' + 0{,}02x_6' - s_4' - 55d_2' + d_3' - d_4' + 55{,}5992d_5' = 0$
$4{,}7x_2' + 0{,}5x_3' + 2{,}5125x_4' + 2{,}7375x_5' + 2{,}1622x_7' - s_5' - 0{,}7d_2' + d_3' - d_4' + 688{,}3878d_5' = 0$
$0{,}0012x_1' + 0{,}0005x_2' + 0{,}0017x_3' + 0{,}001x_4' + 0{,}0003x_5' - s_6' - 0{,}0012d_2' + d_3' - d_4' + 2{,}1953d_5' = 0$
$0{,}1575x_4' + 0{,}585x_5' + 0{,}02x_6' - s_7' - 0{,}06d_2' + d_3' - d_4' + 60{,}2375d_5' = 0$
$0{,}06x_1' + 0{,}0812x_2' + 1{,}29x_3' + 0{,}368x_4' + 0{,}1725x_5' + 0{,}25x_6' - s_8' - 0{,}5d_2' + d_3' - d_4' + 498{,}7783d_5' = 0$
$1{,}4x_1' + 1{,}16x_2' + 1{,}54x_3' + 2{,}6025x_4' + 0{,}09x_5' + 0{,}3x_6' - s_9' - 0{,}5d_2' + d_3' - d_4' + 493{,}9075d_5' = 0$
$0{,}008x_1' + 0{,}0087x_2' + 0{,}1x_3' + 0{,}005\,x_4' + 0{,}0128x_5' + 0{,}001x_6' - s_{10}' - 0{,}013d_2' + d_3' - d_4' + 13{,}8645d_5' = 0$
$3{,}6y_1' + 0{,}789y_2' + 0{,}007y_3' + 0{,}068y_4' + 0{,}0012y_6' + 0{,}06y_8' + 1{,}4y_9' + 0{,}008y_{10}' + e_1' - 7d_2' + d_3' - d_4' + 0{,}0688d_5' = 0$
$1{,}7516y_1' + 0{,}145y_3' + 0{,}106y_4' + 4{,}7y_5' + 0{,}0005y_6' + 0{,}812y_8' + 1{,}16y_9' + 0{,}0087y_{10}' + e_2' - 14d_2' + d_3' - d_4' + 4{,}3162d_5' = 0$
$1{,}49y_1' + 0{,}127y_2' + 0{,}04y_3' + 0{,}183y_4' + 0{,}5y_5' + 0{,}0017y_6' + 1{,}29y_8' + 1{,}54y_9' + 0{,}1y_{10}' + e_3' - 9d_2' + d_3' - d_4' + 2{,}7283d_5' = 0$
$0{,}33y_1' + 0{,}585y_2' + 0{,}0023y_3' + 0{,}02y_4' + 2{,}5125y_5' + 0{,}001y_6' + 0{,}1575y_7' + 0{,}368y_8' + 2{,}6025y_9' + 0{,}005y_{10}' + e_4' - 4{,}5d_2' + d_3'$
$-3{,}0838d_4' + d_5' = 0$
$0{,}345y_1' + 0{,}0915y_2' + 0{,}0038y_4' + 2{,}7375y_5' + 0{,}0003y_6' + 0{,}585y_7' + 0{,}1725y_8' + 0{,}09y_9' + 0{,}0128y_{10}' + e_5' - 4{,}5d_2' + d_3' - 0{,}5384d_4'$
$+d_5' = 0$
$1{,}22y_1' + 0{,}076y_2' + 0{,}1y_3' + 0{,}02y_4' + 0{,}02y_7' + 0{,}25y_8' + 0{,}3y_9' + 0{,}001y_{10}' + e_6' - 9d_2' + d_3' - d_4' + 6{,}013d_5' = 0$
$1{,}9y_1' + y_3' + 2{,}1622y_5' + e_7' - 9{,}5d_2' + d_3' - d_4' + 3{,}4378d_5' = 0$
$x_1' + x_2' + x_3' + x_4' + x_5' + x_6' + x_7' + y_1' + y_2' + y_3' + y_4' + y_5' + y_6' + y_7' + y_8' + y_9' + y_{10}' + s_1' + s_2' + s_3' + s_4' + s_5' + s_6' + s_7' + s_8' + s_9' + s_{10}' +$
$e_1' + e_2' + e_3' + e_4' + e_5' + e_6' + e_7' + d_1' - 95200d_2' + d_3' - d_4' + 95165d_5' = 0$
$x_1' + x_2' + x_3' + x_4' + x_5' + x_6' + x_7' + y_1' + y_2' + y_3' + y_4' + y_5' + y_6' + y_7' + y_8' + y_9' + y_{10}' + s_1' + s_2' + s_3' + s_4' + s_5' + s_6' + s_7' + s_8' + s_9' + s_{10}' +$
$e_1' + e_2' + e_3' + e_4' + e_5' + e_6' + e_7' + d_1' + d_2' + d_3' - 36d_4' + d_5' = 1$
$x_i' \geq 0\,, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$y_i' \geq 0\,, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$s_i' \geq 0\,, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$e_i' \geq 0\,, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$d_i' \geq 0\,, \quad i = 1,2,3,4,5$

2. Kasus Tiga

- Mencari dualnya

Maksimumkan

$Z = 2800y_1 + 420y_2 + 62{,}2y_3 + 55y_4 + 700y_5 + 1{,}2y_6 + 60y_7 + 500y_8 + 500y_9 + 13y_{10}$

Kendala:

$3{,}6y_1 + 0{,}789y_2 + 0{,}007y_3 + 0{,}068y_4 + 0{,}0012y_6 + 0{,}06y_8 + 1{,}4y_9 + 0{,}008y_{10} \leq 7$
$1{,}458y_1 + 0{,}006y_2 + 0{,}1035y_3 + 0{,}1152y_4 + 8{,}1y_5 + 0{,}0009y_6 + 0{,}468y_8 + 1{,}62y_9 + 0{,}0243y_{10} \leq 15$
$0{,}68y_1 + 0{,}016y_2 + 0{,}046y_3 + 0{,}078y_4 + 0{,}0006y_6 + 1{,}24y_8 + 0{,}63y_9 + 0{,}008y_{10} \leq 6$
$0{,}203y_1 + 0{,}038y_2 + 0{,}002y_3 + 0{,}02y_4 + 44{,}1y_5 + 0{,}0005y_6 + 0{,}224y_7 + 0{,}511y_8 + 0{,}35y_9 + 0{,}0175y_{10} \leq 4$
$0{,}7425y_1 + 0{,}194y_2 + 0{,}0015y_3 + 0{,}009y_4 + 1{,}095y_5 + 0{,}0006y_6 + 0{,}0225y_7 + 0{,}06y_8 + 0{,}21y_9 + 0{,}0038y_{10} \leq 8$
$1{,}26y_1 + 0{,}298y_2 + 0{,}0117y_3 + 0{,}0423y_4 + 3{,}915y_5 + 0{,}0022y_6 + 0{,}072y_7 + 0{,}054y_8 + 1{,}062y_9 + 0{,}0063y_{10} \leq 5$
$9y_1 + y_3 + 2{,}1622y_5 \leq 9{,}5$
$x_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$y_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$

- Mengubah bentuk primal dual ke bentuk standart dengan menambahkan variabel slack

Minimumkan

$$Z = 7x_1 + 15x_2 + 6x_3 + 4x_4 + 8x_5 + 5x_6 + 9{,}5x_7 - 2800y_1 - 420y_2 - 62{,}2y_3 - 55y_4 - 700y_5 - 1{,}2y_6 - 60y_7 - 500y_8 - 500y_9 - 13y_{10}$$

Kendala:

$3{,}6x_1 + 1{,}458x_2 + 0{,}68x_3 + 0{,}203x_4 + 0{,}7425x_5 + 1{,}26x_6 + 9x_7 - s_1 = 2800$
$0{,}789x_1 + 0{,}006x_2 + 0{,}016x_3 + 0{,}038x_4 + 0{,}194x_5 + 0{,}298x_6 - s_2 = 420$
$0{,}007x_1 + 0{,}1035x_2 + 0{,}046x_3 + 0{,}002x_4 + 0{,}0015x_5 + 0{,}0117x_6 + x_7 - s_3 = 62{,}2$
$0{,}068x_1 + 0{,}1152x_2 + 0{,}078x_3 + 0{,}02x_4 + 0{,}009x_5 + 0{,}0423x_6 - s_4 = 55$
$8{,}1x_2 + 44{,}1x_4 + 1{,}095x_5 + 3{,}915x_6 + 2{,}1622x_7 - s_5 = 700$
$0{,}0012x_1 + 0{,}0009x_2 + 0{,}0006x_3 + 0{,}0005x_4 + 0{,}0006x_5 + 0{,}0022x_6 - s_6 = 1{,}2$
$0{,}224x_4 + 0{,}0225x_5 + 0{,}072x_6 - s_7 = 60$
$0{,}06x_1 + 0{,}486x_2 + 1{,}24x_3 + 0{,}511x_4 + 0{,}06x_5 + 0{,}054x_6 - s_8 = 500$

$1{,}4x_1 + 1{,}62x_2 + 0{,}63x_3 + 0{,}35x_4 + 0{,}21x_5 + 1{,}062x_6 - s_9 = 500$
$0{,}008x_1 + 0{,}0243x_2 + 0{,}008x_3 + 0{,}0175\,x_4 + 0{,}0038x_5 + 0{,}0063x_6 - s_{10} = 13$
$3{,}6y_1 + 0{,}789y_2 + 0{,}007y_3 + 0{,}068y_4 + 0{,}0012y_6 + 0{,}06y_8 + 1{,}4y_9 + 0{,}008y_{10} + e_1 = 7$
$1{,}458y_1 + 0{,}006y_2 + 0{,}1035y_3 + 0{,}1152y_4 + 8{,}1y_5 + 0{,}0009y_6 + 0{,}468y_8 + 1{,}62y_9 + 0{,}0243y_{10} + e_2 = 15$
$0{,}68y_1 + 0{,}016y_2 + 0{,}046y_3 + 0{,}078y_4 + 0{,}0006y_6 + 1{,}24y_8 + 0{,}63y_9 + 0{,}008y_{10} + e_3 = 6$
$0{,}203y_1 + 0{,}038y_2 + 0{,}002y_3 + 0{,}02y_4 + 44{,}1y_5 + 0{,}0005y_6 + 0{,}224y_7 + 0{,}511y_8 + 0{,}35y_9 + 0{,}0175y_{10} + e_4 = 4$
$0{,}7425y_1 + 0{,}194y_2 + 0{,}0015y_3 + 0{,}009y_4 + 1{,}095y_5 + 0{,}0006y_6 + 0{,}0225y_7 + 0{,}06y_8 + 0{,}21y_9 + 0{,}0038y_{10} + e_5 = 8$
$1{,}26y_1 + 0{,}298y_2 + 0{,}0117y_3 + 0{,}0423y_4 + 3{,}915y_5 + 0{,}0022y_6 + 0{,}072y_7 + 0{,}054y_8 + 1{,}062y_9 + 0{,}0063y_{10} + e_6 = 5$
$9y_1 + y_3 + 2{,}1622y_5 + e_7 = 9{,}5$
$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + y_{10} + s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_6 + s_7 + s_8 + s_9 + s_{10} + e_1 + e_2 + e_3 + e_4 + e_5 + e_7 + d_1 = 95200$
$x_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$y_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$s_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$e_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$d_1 \geq 0$

- Menghomogenkan pembatas

Minimumkan

$Z = 7x_1 + 15x_2 + 6x_3 + 4x_4 + 8x_5 + 5x_6 + 9{,}5x_7 - 2800y_1 - 420y_2 - 62{,}2y_3 - 55y_4 - 700y_5 - 1{,}2y_6 - 60y_7 - 500y_8 - 500y_9 - 13y_{10} = 0$

Kendala:

$3{,}6x_1 + 1{,}458x_2 + 0{,}68x_3 + 0{,}203x_4 + 0{,}7425x_5 + 1{,}26x_6 + 9x_7 - s_1 - 2800d_2 = 0$
$0{,}789x_1 + 0{,}006x_2 + 0{,}016x_3 + 0{,}038x_4 + 0{,}194x_5 + 0{,}298x_6 - s_2 - 420d_2 = 0$
$0{,}007x_1 + 0{,}1035x_2 + 0{,}046x_3 + 0{,}002x_4 + 0{,}0015x_5 + 0{,}0117x_6 - s_3 - 62{,}2d_2 = 0$
$0{,}068x_1 + 0{,}1152x_2 + 0{,}078x_3 + 0{,}02x_4 + 0{,}009x_5 + 0{,}0423x_6 - s_4 - 55d_2 = 0$
$8{,}1x_2 + 44{,}1x_4 + 1{,}095x_5 + 3{,}915x_6 + 2{,}1622x_7 - s_5 - 700d_2 = 0$
$0{,}0012x_1 + 0{,}0009x_2 + 0{,}0006x_3 + 0{,}0005x_4 + 0{,}0006x_5 + 0{,}0022x_6 - s_6 - 1{,}2d_2 = 0$
$0{,}224x_4 + 0{,}0225x_5 + 0{,}072x_6 - s_7 - 60d_2 = 0$
$0{,}06x_1 + 0{,}486x_2 + 1{,}24x_3 + 0{,}511x_4 + 0{,}06x_5 + 0{,}054x_6 - s_8 - 500 = 0$

$1{,}4x_1 + 1{,}62x_2 + 0{,}63x_3 + 0{,}35x_4 + 0{,}21x_5 + 1{,}062x_6 - s_9 - 500d_2 = 0$
$0{,}008x_1 + 0{,}0243x_2 + 0{,}008x_3 + 0{,}0175\, x_4 + 0{,}0038x_5 + 0{,}0063x_6 - s_{10} - 13d_2 = 0$
$3{,}6y_1 + 0{,}789y_2 + 0{,}007y_3 + 0{,}068y_4 + 0{,}0012y_6 + 0{,}06y_8 + 1{,}4y_9 + 0{,}008y_{10} + e_1 - 7d_2 = 0$
$1{,}458y_1 + 0{,}006y_2 + 0{,}1035y_3 + 0{,}1152y_4 + 8{,}1y_5 + 0{,}0009y_6 + 0{,}468y_8 + 1{,}62y_9 + 0{,}0243y_{10} + e_2 - 15d_2 = 0$
$0{,}68y_1 + 0{,}016y_2 + 0{,}046y_3 + 0{,}078y_4 + 0{,}0006y_6 + 1{,}24y_8 + 0{,}63y_9 + 0{,}008y_{10} + e_3 - 6d_2 = 0$
$0{,}203y_1 + 0{,}038y_2 + 0{,}002y_3 + 0{,}02y_4 + 44{,}1y_5 + 0{,}0005y_6 + 0{,}224y_7 + 0{,}511y_8 + 0{,}35y_9 + 0{,}0175y_{10} + e_4 - 4d_2 = 0$
$0{,}7425y_1 + 0{,}194y_2 + 0{,}0015y_3 + 0{,}009y_4 + 1{,}095y_5 + 0{,}0006y_6 + 0{,}0225y_7 + 0{,}06y_8 + 0{,}21y_9 + 0{,}0038y_{10} + e_5 - 8 = 0$
$1{,}26y_1 + 0{,}298y_2 + 0{,}0117y_3 + 0{,}0423y_4 + 3{,}915y_5 + 0{,}0022y_6 + 0{,}072y_7 + 0{,}054y_8 + 1{,}062y_9 + 0{,}0063y_{10} + e_6 - 5d_2 = 0$
$9y_1 + y_3 + 2{,}1622y_5 + e_7 - 9{,}5d_2 = 0$
$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + y_{10} + s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_6 + s_7 + s_8 + s_9 +$
$s_{10} + e_1 + e_2 + e_3 + e_4 + e_5 + e_7 + d_1 - 95200d_2 = 0$
$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + y_{10} + s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_6 + s_7 + s_8 + s_9 +$
$s_{10} + e_1 + e_2 + e_3 + e_4 + e_5 + e_7 + d_1 + d_2 = 95201$
$x_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$y_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$s_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$e_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$d_i \geq 0, \quad i = 1,2$

- Menggunakan transformasi

$x_j = (Q+1)x_j'\,;\; y_j = (Q+1)y_j'\,;\; s_j = (Q+1)s_j'\,;\; e_j = (Q+1)e_j'\,;\; d_j = (Q+1)d_j'$, menghasilkan

Minimumkan

$Z = 7x_1' + 15x_2' + 6x_3' + 4x_4' + 8x_5' + 5x_6' + 9{,}5x_7' - 2800y_1' - 420y_2' - 62{,}2y_3' - 55y_4' - 700y_5' - 1{,}2y_6' - 60y_7' - 500y_8' - 500y_9'$
$-13y_{10}' = 0$

Kendala:

$3{,}6x_1' + 1{,}458x_2' + 0{,}68x_3' + 0{,}203x_4' + 0{,}7425x_5' + 1{,}26x_6' + 9x_7' - s_1' - 2800d_2' = 0$
$0{,}789x_1' + 0{,}006x_2' + 0{,}016x_3' + 0{,}038x_4' + 0{,}194x_5' + 0{,}298x_6' - s_2' - 420d_2' = 0$
$0{,}007x_1' + 0{,}1035x_2' + 0{,}046x_3x_3' + 0{,}002x_4' + 0{,}0015x_5' + 0{,}0117x_6' + x_7' - s_3' - 62{,}2d_2' = 0$
$0{,}068x_1' + 0{,}1152x_2' + 0{,}078x_3' + 0{,}02x_4' + 0{,}009x_5' + 0{,}0423x_6' - s_4' - 55d_2' = 0$

$8{,}1x_2' + 44{,}1x_4' + 1{,}095x_5' + 3{,}915x_6' + 2{,}1622x_7' - s_5' - 700d_2' = 0$
$0{,}0012x_1' + 0{,}0009x_2' + 0{,}0006x_3' + 0{,}0005x_4' + 0{,}0006x_5' + 0{,}0022x_6' - s_6' - 1{,}2d_2' = 0$
$0{,}224x_4' + 0{,}0225x_5' + 0{,}072x_6' - s_7' - 60d_2' = 0$
$0{,}06x_1' + 0{,}486x_2' + 1{,}24x_3' + 0{,}511x_4' + 0{,}06x_5' + 1{,}062x_6' - s_8' - 500d_2' = 0$
$1{,}4x_1' + 1{,}62x_2' + 0{,}63x_3' + 0{,}35x_4' + 0{,}21x_5' + 1{,}062x_6' - s_9' - 500d_2' = 0$
$0{,}008x_1' + 0{,}0243x_2' + 0{,}008x_3' + 0{,}0175\, x_4' + 0{,}0038x_5' + 0{,}0063x_6' - s_{10}' - 13d_2' = 0$
$3{,}6y_1' + 0{,}789y_2' + 0{,}007y_3' + 0{,}068y_4' + 0{,}0012y_6' + 0{,}06y_8' + 1{,}4y_9' + 0{,}008y_{10}' + e_1' - 7d_2' = 0$
$1{,}458y_1' + 0{,}006y_2' + 0{,}1035y_3' + 0{,}1152y_4' + 8{,}1y_5' + 0{,}0009y_6' + 0{,}468y_8' + 1{,}62y_9' + 0{,}0243y_{10}' + e_2' - 15d_2' = 0$
$0{,}68y_1' + 0{,}016y_2' + 0{,}046y_3' + 0{,}078y_4' + 0{,}0006y_6' + 1{,}24y_8' + 0{,}63y_9' + 0{,}008y_{10}' + e_3' - 6d_2' = 0$
$0{,}203y_1' + 0{,}038y_2' + 0{,}002y_3' + 0{,}02y_4' + 44{,}1y_5' + 0{,}0005y_6' + 0{,}224y_7' + 0{,}511y_8' + 0{,}35y_9' + 0{,}0175y_{10}' + e_4' - 4d_2' = 0$
$0{,}7425y_1' + 0{,}194y_2' + 0{,}0015y_3' + 0{,}009y_4' + 1{,}095y_5' + 0{,}0006y_6' + 0{,}0225y_7' + 0{,}06y_8' + 0{,}21y_9' + 0{,}0038y_{10}' + e_5' - 8d_2' = 0$
$1{,}26y_1' + 0{,}298y_2' + 0{,}0117y_3' + 0{,}0423y_4' + 3{,}915y_5' + 0{,}0022y_6' + 0{,}072y_7' + 0{,}054y_8' + 1{,}062y_9' + 0{,}0063y_{10}' + e_6' - 5d_2' = 0$
$9y_1' + y_3' + 2{,}1622y_5' + e_7' - 9{,}5d_2' = 0$
$x_1' + x_2' + x_3' + x_4' + x_5' + x_6' + x_7' + y_1' + y_2' + y_3' + y_4' + y_5' + y_6' + y_7' + y_8' + y_9' + y_{10}' + s_1' + s_2' + s_3' + s_4' + s_5' + s_6' + s_7' + s_8' + s_9' + s_{10}'$
$\quad + e_1' + e_2' + e_3' + e_4' + e_5' + e_6' + e_7' + d_1' - 95200d_2' = 0$
$x_1' + x_2' + x_3' + x_4' + x_5' + x_6' + x_7' + y_1' + y_2' + y_3' + y_4' + y_5' + y_6' + y_7' + y_8' + y_9' + y_{10}' + s_1' + s_2' + s_3' + s_4' + s_5' + s_6' + s_7' + s_8' + s_9' + s_{10}'$
$\quad + e_1' + e_2' + e_3' + e_4' + e_5' + e_6' + e_7' + d_1' + d_2' = 1$
$x_i' \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$y_i' \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$s_i' \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$e_i' \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$d_i' \geq 0, \quad i = 1,2$

- Menambahkan variabel d_3', d_4', d_5' agar jumlah koefisiennya bernilai nol

Minimumkan

$Z = 7x_1' + 15x_2' + 6x_3' + 4x_4' + 8x_5' + 5x_6' + 9{,}5x_7' - 2800y_1' - 420y_2' - 62{,}2y_3' - 55y_4' - 700y_5' - 1{,}2y_6' - 60y_7' - 500y_8' - 500y_9'$
$\quad - 13y_{10}' + d_3' - d_4' + 5056{,}9d_5' = 0$

Kendala:

$3{,}6x_1' + 1{,}458x_2' + 0{,}68x_3' + 0{,}203x_4' + 0{,}7425x_5' + 1{,}26x_6' + 9x_7' - s_1' - 2800d_2' + d_3' - d_4' + 2783{,}0565d_5' = 0$
$0{,}789x_1' + 0{,}006x_2' + 0{,}016x_3' + 0{,}038x_4' + 0{,}194x_5' + 0{,}298x_6' - s_2' - 420d_2' + d_3' - d_4' + 419{,}659d_5' = 0$

$0{,}007x_1' + 0{,}1035x_2' + 0{,}046x_3' + 0{,}002x_4' + 0{,}0015x_5' + 0{,}0117x_6' + x_7' - s_3' - 62{,}2d_2' + d_3' - d_4' + 62{,}0283d_5' = 0$

$0{,}068x_1' + 0{,}1152x_2' + 0{,}078x_3' + 0{,}02x_4' + 0{,}009x_5' + 0{,}0423x_6' - s_4' - 55d_2' + d_3' - d_4' + 55{,}6675d_5' = 0$

$8{,}1x_2' + 44{,}1x_4' + 1{,}095x_5' + 3{,}915x_6' + 2{,}1622x_7' - s_5' - 700d_2' + d_3' - d_4' + 641{,}6278d_5' = 0$

$0{,}0012x_1' + 0{,}0009x_2' + 0{,}0006x_3' + 0{,}0005x_4' + 0{,}0006x_5' + 0{,}0022x_6' - s_6' - 1{,}2d_2' + d_3' - d_4' + 2{,}194d_5' = 0$

$0{,}224x_4' + 0{,}0225x_5' + 0{,}072x_6' - s_7' - 60d_2' + d_3' - d_4' + 60{,}6815d_5' = 0$

$0{,}06x_1' + 0{,}486x_2' + 1{,}24x_3' + 0{,}511x_4' + 0{,}06x_5' + 1{,}062x_6' - s_8' - 500d_2' + d_3' - d_4' + 497{,}599d_5' = 0$

$1{,}4x_1' + 1{,}62x_2' + 0{,}63x_3' + 0{,}35x_4' + 0{,}21x_5' + 1{,}062x_6' - s_9' - 500d_2' + d_3' - d_4' + 495{,}728d_5' = 0$

$0{,}008x_1' + 0{,}0243x_2' + 0{,}008x_3' + 0{,}0175\,x_4' + 0{,}0038x_5' + 0{,}0063x_6' - s_{10}' - 13d_2' + d_3' - d_4' + 13{,}9321d_5' = 0$

$3{,}6y_1' + 0{,}789y_2' + 0{,}007y_3' + 0{,}068y_4' + 0{,}0012y_6' + 0{,}06y_8' + 1{,}4y_9' + 0{,}008y_{10}' + e_1' - 7d_2' + d_3' - d_4' + 0{,}0688d_5' = 0$

$1{,}458y_1' + 0{,}006y_2' + 0{,}1035y_3' + 0{,}1152y_4' + 8{,}1y_5' + 0{,}0009y_6' + 0{,}468y_8' + 1{,}62y_9' + 0{,}0243y_{10}' + e_2' - 15d_2' + d_3' - d_4' + 2{,}1041d_5'$
$= 0$

$0{,}68y_1' + 0{,}016y_2' + 0{,}046y_3' + 0{,}078y_4' + 0{,}0006y_6' + 1{,}24y_8' + 0{,}63y_9' + 0{,}008y_{10}' + e_3' - 6d_2' + d_3' - d_4' + 2{,}3014d_5' = 0$

$0{,}203y_1' + 0{,}038y_2' + 0{,}002y_3' + 0{,}02y_4' + 44{,}1y_5' + 0{,}0005y_6' + 0{,}224y_7' + 0{,}511y_8' + 0{,}35y_9' + 0{,}0175y_{10}' + e_4' - 4d_2' + d_3' - 42{,}466d_4'$
$+d_5' = 0$

$0{,}7425y_1' + 0{,}194y_2' + 0{,}0015y_3' + 0{,}009y_4' + 1{,}095y_5' + 0{,}0006y_6' + 0{,}0225y_7' + 0{,}06y_8' + 0{,}21y_9' + 0{,}0038y_{10}' + e_5' - 8d_2' + d_3'$
$-4{,}6611d_4' + d_5' = 0$

$1{,}26y_1' + 0{,}298y_2' + 0{,}0117y_3' + 0{,}0423y_4' + 3{,}915y_5' + 0{,}0022y_6' + 0{,}072y_7' + 0{,}054y_8' + 1{,}062y_9' + 0{,}0063y_{10}' + e_6' - 5d_2' + d_3'$
$-2{,}7235d_4' + d_5' = 0$

$9y_1' + y_3' + 2{,}1622y_5' + e_7' - 9{,}5d_2' + d_3' - 3{,}6622d_4' + d_5' = 0$

$x_1' + x_2' + x_3' + x_4' + x_5' + x_6' + x_7' + y_1' + y_2' + y_3' + y_4' + y_5' + y_6' + y_7' + y_8' + y_9' + y_{10}' + s_1' + s_2' + s_3' + s_4' + s_5' + s_6' + s_7' + s_8' + s_9' + s_{10}'$
$+e_1' + e_2' + e_3' + e_4' + e_5' + e_6' + e_7' + d_1' - 95200d_2' + d_3' - d_4' + 95165d_5' = 0$

$x_1' + x_2' + x_3' + x_4' + x_5' + x_6' + x_7' + y_1' + y_2' + y_3' + y_4' + y_5' + y_6' + y_7' + y_8' + y_9' + y_{10}' + s_1' + s_2' + s_3' + s_4' + s_5' + s_6' + s_7' + s_8' + s_9' + s_{10}'$
$+e_1' + e_2' + e_3' + e_4' + e_5' + e_6' + e_7' + d_1' + d_2' + d_3' - 36d_4' + d_5' = 1$

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

$y_i' \geq 0\,, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$

$s_i' \geq 0\,, \; i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$

$e_i' \geq 0\,, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$

$d_i' \geq 0\,, \quad i = 1,2,3,4,5$

WANITA DEWASA

1. Kasus Satu

- Mencari dualnya

Maksimumkan

$Z = 7x_1 + 14x_2 + 9x_3 + 4{,}5x_4 + 8x_5 + 9{,}5x_6 + 2{,}5x_7 - 2200y_1 - 330y_2 - 49y_3 - 48y_4 - 0{,}5y_5 - 0{,}001y_6 - 0{,}06y_7 - 0{,}5y_8 - 0{,}45y_9$
$-0{,}026y_{10}$

Kendala:

$3{,}6y_1 + 0{,}789y_2 + 0{,}007y_3 + 0{,}068y_4 + 0{,}0012y_6 + 0{,}06y_8 + 1{,}4y_9 + 0{,}008y_{10} \leq 7$
$0{,}824y_1 + 0{,}008y_3 + 0{,}176y_4 + 0{,}24y_5 + 0{,}0004y_6 + 0{,}16y_8 + 1{,}6y_9 + 0{,}008y_{10} \leq 24$
$1{,}49y_1 + 0{,}127y_2 + 0{,}04y_3 + 0{,}183y_4 + 0{,}5y_5 + 0{,}0017y_6 + 1{,}29y_8 + 1{,}54y_9 + 0{,}1y_{10} \leq 9$
$0{,}33y_1 + 0{,}0585y_2 + 0{,}0023y_3 + 0{,}0203y_4 + 2{,}5125y_5 + 0{,}001y_6 + 0{,}1575y_7 + 0{,}3675y_8 + 2{,}6025y_9 + 0{,}0053y_{10} \leq 4{,}5$
$0{,}7425y_1 + 0{,}1935y_2 + 0{,}0015y_3 + 0{,}009y_4 + 1{,}095y_5 + 0{,}0006y_6 + 0{,}0225y_7 + 0{,}06y_8 + 0{,}21y_9 + 0{,}0038y_{10} \leq 4{,}5$
$9y_1 + y_3 + 2{,}1622y_5 \leq 9$
$1{,}095y_1 + 0{,}2603y_2 + 0{,}0023y_3 + 0{,}009y_4 + 0{,}0005y_6 + 0{,}225y_7 + 0{,}2475y_8 + 0{,}3y_9 + 0{,}0053y_{10} \leq 9{,}5$
$x_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$y_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$

- Mengubah primal dual ke bentuk standart dengan menambahkan variabel slack

Minimumkan

$Z = 7x_1 + 14x_2 + 9x_3 + 4{,}5x_4 + 8x_5 + 9x_6 + 2{,}5x_7 - 2200y_1 - 33y_2 - 49y_3 - 48y_4 - 500y_5 - y_6 - 60y_7 - 500y_8$
$-450y_9 - 26y_{10}$

Kendala:

$3{,}6x_1 + 0{,}824x_2 + 1{,}49x_3 + 0{,}33x_4 + 0{,}7425x_5 + 9x_6 + 1{,}095x_7 - s_1 = 2200$
$0{,}789x_1 + 0{,}127x_3 + 0{,}0585x_4 + 0{,}1935x_5 + 0{,}2603x_7 - s_2 = 330$
$0{,}007x_1 + 0{,}008x_2 + 0{,}04x_3 + 0{,}0023x_4 + 0{,}0015x_5 + x_6 + 0{,}0023x_7 - s_3 = 49$
$0{,}068x_1 + 0{,}176x_2 + 0{,}183x_3 + 0{,}0203x_4 + 0{,}009x_5 + 0{,}009x_7 - s_4 = 48$
$0{,}24x_2 + 0{,}5x_3 + 2{,}5125x_4 + 1{,}095x_5 + 2{,}1622x_6 - s_5 = 500$

$0{,}0012x_1 + 0{,}0004x_2 + 0{,}0017x_3 + 0{,}001x_4 + 0{,}0006x_5 + 0{,}0005x_7 - s_6 = 1$
$0{,}1575x_4 + 0{,}0225x_5 + 0{,}225x_7 - s_7 = 60$
$0{,}06x_1 + 0{,}16x_2 + 1{,}29x_3 + 0{,}3675x_4 + 0{,}06x_5 + 0{,}2475x_7 - s_8 = 500$
$1{,}4x_1 + 1{,}6x_2 + 1{,}54x_3 + 2{,}6025x_4 + 0{,}21x_5 + 0{,}3x_7 - s_9 = 450$
$0{,}008x_1 + 0{,}008x_2 + 0{,}1x_3 + 0{,}0053x_4 + 0{,}0038x_5 + 0{,}0053x_7 - s_{10} = 26$
$3{,}6y_1 + 0{,}789y_2 + 0{,}007y_3 + 0{,}068y_4 + 0{,}0012y_6 + 0{,}06y_8 + 1{,}4y_9 + 0{,}008y_{10} + e_1 = 7$
$0{,}824y_1 + 0{,}008y_3 + 0{,}176y_4 + 0{,}24y_5 + 0{,}0004y_6 + 0{,}16y_8 + 1{,}6y_9 + 0{,}008y_{10} + e_2 = 24$
$1{,}49y_1 + 0{,}127y_2 + 0{,}04y_3 + 0{,}183y_4 + 0{,}5y_5 + 0{,}0017y_6 + 1{,}29y_8 + 1{,}54y_9 + 0{,}1y_{10} + e_3 = 9$
$0{,}33y_1 + 0{,}0585y_2 + 0{,}0023y_3 + 0{,}0203y_4 + 2{,}5125y_5 + 0{,}001y_6 + 0{,}1575y_7 + 0{,}3675y_8 + 2{,}6025y_9 + 0{,}0053y_{10} + e_4 = 4{,}5$
$0{,}7425y_1 + 0{,}1935y_2 + 0{,}0015y_3 + 0{,}009y_4 + 1{,}095y_5 + 0{,}0006y_6 + 0{,}0225y_7 + 0{,}06y_8 + 0{,}21y_9 + 0{,}0038y_{10} + e_5 = 4{,}5$
$9y_1 + y_3 + 2{,}1622y_5 + e_6 = 9$
$1{,}095y_1 + 0{,}2603y_2 + 0{,}0023y_3 + 0{,}009y_4 + 0{,}0005y_6 + 0{,}225y_7 + 0{,}2475y_8 + 0{,}3y_9 + 0{,}0053y_{10} + e_7 = 9{,}5$
$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + y_{10} + s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_6 + s_7 + s_8 + s_9 + s_{10} + e_1 + e_2 + e_3 + e_4 + e_5 + e_6 + e_7 + d_1 = 95200$$
$x_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$y_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$s_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$e_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$d_1 \geq 0$

- Menghomogenkan pembatas

Minimumkan

$$Z = 7x_1 + 14x_2 + 9x_3 + 4{,}5x_4 + 8x_5 + 9{,}5x_6 + 2{,}5x_7 - 2200y_1 - 33y_2 - 49y_3 - 48y_4 - 500y_5 - y_6 - 60y_7 - 500y_8 - 450y_9 - 26y_{10} = 0$$

Kendala:

$3{,}6x_1 + 0{,}824x_2 + 1{,}49x_3 + 0{,}33x_4 + 0{,}7425x_5 + 9x_6 + 1{,}095x_7 - s_1 - 2200d_2 = 0$
$0{,}789x_1 + 0{,}127x_3 + 0{,}0585x_4 + 0{,}1935x_5 + 0{,}2603x_7 - s_2 - 330d_2 = 0$
$0{,}007x_1 + 0{,}008x_2 + 0{,}04x_3 + 0{,}0023x_4 + 0{,}0015x_5 + x_6 + 0{,}0023x_7 - s_3 - 49d_2 = 0$
$0{,}068x_1 + 0{,}176x_2 + 0{,}183x_3 + 0{,}0203x_4 + 0{,}009x_5 + 0{,}009x_7 - s_4 - 48d_2 = 0$

$0{,}24x_2 + 0{,}5x_3 + 2{,}5125x_4 + 1{,}095x_5 + 2{,}1622x_6 - s_5 - 500d_2 = 0$
$0{,}0012x_1 + 0{,}0004x_2 + 0{,}0017x_3 + 0{,}001x_4 + 0{,}0006x_5 + 0{,}0005x_7 - s_6 - d_2 = 0$
$0{,}1575x_4 + 0{,}0225x_5 + 0{,}225x_7 - s_7 - 60d_2 = 0$
$0{,}06x_1 + 0{,}16x_2 + 1{,}29x_3 + 0{,}3675x_4 + 0{,}06x_5 + 0{,}2475x_7 - s_8 - 500d_2 = 0$
$1{,}4x_1 + 1{,}6x_2 + 1{,}54x_3 + 2{,}6025x_4 + 0{,}21x_5 + 0{,}3x_7 - s_9 - 450d_2 = 0$
$0{,}008x_1 + 0{,}008x_2 + 0{,}1x_3 + 0{,}0053x_4 + 0{,}0038x_5 + 0{,}0053x_7 - s_{10} - 26d_2 = 0$
$3{,}6y_1 + 0{,}789y_2 + 0{,}007y_3 + 0{,}068y_4 + 0{,}0012y_6 + 0{,}06y_8 + 1{,}4y_9 + 0{,}008y_{10} + e_1 - 7d_2 = 0$
$0{,}824y_1 + 0{,}008y_3 + 0{,}176y_4 + 0{,}24y_5 + 0{,}0004y_6 + 0{,}16y_8 + 1{,}6y_9 + 0{,}008y_{10} + e_2 - 24d_2 = 0$
$1{,}49y_1 + 0{,}127y_2 + 0{,}04y_3 + 0{,}183y_4 + 0{,}5y_5 + 0{,}0017y_6 + 1{,}29y_8 + 1{,}54y_9 + 0{,}1y_{10} + e_3 - 9d_2 = 0$
$0{,}33y_1 + 0{,}0585y_2 + 0{,}0023y_3 + 0{,}0203y_4 + 2{,}5125y_5 + 0{,}001y_6 + 0{,}1575y_7 + 0{,}3675y_8 + 2{,}6025y_9 + 0{,}0053y_{10} + e_4 - 4{,}5d_2 = 0$
$0{,}7425y_1 + 0{,}1935y_2 + 0{,}0015y_3 + 0{,}009y_4 + 1{,}095y_5 + 0{,}0006y_6 + 0{,}0225y_7 + 0{,}06y_8 + 0{,}21y_9 + 0{,}0038y_{10} + e_5 - 8d_2 = 0$
$9y_1 + y_3 + 2{,}1622y_5 + e_6 - 9.5d_2 = 0$
$1{,}095y_1 + 0{,}2603y_2 + 0{,}0023y_3 + 0{,}009y_4 + 0{,}0005y_6 + 0{,}225y_7 + 0{,}2475y_8 + 0{,}3y_9 + 0{,}0053y_{10} + e_7 - 2{,}5d_2 = 0$
$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + y_{10} + s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_6 + s_7 + s_8 + s_9 +$
$s_{10} + e_1 + e_2 + e_3 + e_4 + e_5 + e_6 + e_7 + d_1 - 95200d_2 = 0$
$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + y_{10} + s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_6 + s_7 + s_8 + s_9 +$
$s_{10} + e_1 + e_2 + e_3 + e_4 + e_5 + e_6 + e_7 + d_1 + d_2 = 95201$
$x_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$y_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$s_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$e_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$d_i \geq 0, \quad i = 1,2$

- Menggunakan transformasi

$x_j = (Q+1)x_j'$; $y_j = (Q+1)y_j'$; $s_j = (Q+1)s_j'$; $e_j = (Q+1)e_j'$; $d_j = (Q+1)d_j'$, menghasilkan
Minimumkan
$Z = 7x_1' + 14x_2' + 9x_3' + 4{,}5x_4' + 8x_5' + 9{,}5x_6' + 2{,}5x_7' - 2200y_1' - 33y_2' - 49y_3' - 48y_4' - 500y_5' - y_6' - 60y_7' - 500y_8' - 450y_9'$
$-26y_{10}' = 0$

Kendala:

$3{,}6x_1' + 0{,}824x_2' + 1{,}49x_3' + 0{,}33x_4' + 0{,}7425x_5' + 9x_6' + 1{,}095x_7' - s_1' - 2200d_2' = 0$
$0{,}789x_1' + 0{,}127x_3' + 0{,}0585x_4' + 0{,}1935x_5' + 0{,}2603x_7' - s_2' - 330d_2' = 0$
$0{,}007x_1' + 0{,}008x_2' + 0{,}04x_3' + 0{,}0023x_4' + 0{,}0015x_5' + x_6' + 0{,}0023x_7' - s_3' - 49d_2' = 0$
$0{,}068x_1' + 0{,}176x_2' + 0{,}183x_3' + 0{,}0203x_4' + 0{,}009x_5' + 0{,}009x_7' - s_4' - 48d_2' = 0$
$0{,}24x_2' + 0{,}5x_3' + 2{,}5125x_4' + 1{,}095x_5' + 2{,}1622x_6' - s_5' - 500d_2' = 0$
$0{,}0012x_1' + 0{,}0004x_2' + 0{,}0017x_3' + 0{,}001x_4' + 0{,}0006x_5' + 0{,}0005x_7' - s_7' - d_2' = 0$
$0{,}1575x_4' + 0{,}0225x_5' + 0{,}225x_7' - s_7' - 60d_2' = 0$
$0{,}006x_1' + 0{,}16x_2' + 1{,}29x_3' + 0{,}3675x_4' + 0{,}06x_5' + 0{,}2475x_7' - s_8' - 500d_2' = 0$
$1{,}4x_1' + 1{,}6x_2' + 1{,}54x_3' + 2{,}6025x_4' + 0{,}21x_5' + 0{,}3x_7' - s_9' - 450d_2' = 0$
$0{,}008x_1' + 0{,}008x_2' + 0{,}1x_3' + 0{,}0053x_4' + 0{,}0038x_5' + 0{,}0053x_7' - s_{10}' - 26d_2' = 0$
$3{,}6y_1' + 0{,}789y_2' + 0{,}007y_3' + 0{,}068y_4' + 0{,}0012y_6' + 0{,}16y_8' + 0{,}06y_8' + 1{,}4y_9' + 0{,}008y_{10}' + e_1' - 7d_2' = 0$
$0{,}824y_1' + 0{,}008y_3' + 0{,}176y_4' + 0{,}24y_5' + 0{,}0004y_6' + 1{,}6y_9' + 0{,}008y_{10}' + e_2' - 4d_2' = 0$
$1{,}49y_1' + 0{,}127y_2' + 0{,}04y_3' + 0{,}183y_4' + 0{,}5y_5' + 0{,}0017y_6' + 1{,}29y_8' + 1{,}54y_9' + 0{,}1y_{10}' + e_3' - 9d_2' = 0$
$0{,}33y_1' + 0{,}0585y_2' + 0{,}0023y_3' + 0{,}0203y_4' + 2{,}5125y_5' + 0{,}001y_6' + 0{,}1575y_7' + 0{,}3675y_8' + 2{,}6025y_9' + 0{,}0053y_{10}' + e_4' - 4{,}5d_2' = 0$
$0{,}7425y_1' + 0{,}1935y_2' + 0{,}0015y_3' + 0{,}009y_4' + 1{,}095y_5' + 0{,}0006y_6' + 0{,}0225y_7' + 0{,}06y_8' + 0{,}21y_9' + 0{,}0038y_{10}' + e_5' - 8d_2' = 0$
$9y_1' + y_3' + 2{,}1622y_5' + e_6' - 9{,}5d_2' = 0$
$1{,}095y_1' + 0{,}2603y_2' + 0{,}0023y_3' + 0{,}009y_4' + 0{,}0005y_6' + 0{,}225y_7' + 0{,}2475y_8' + 0{,}3y_9' + 0{,}0053y_{10}' + e_7' - 2{,}5d_2' = 0$
$x_1' + x_2' + x_3' + x_4' + x_5' + x_6' + x_7' + y_1' + y_2' + y_3' + y_4' + y_5' + y_6' + y_7' + y_8' + y_9' + y_{10}' + s_1' + s_2' + s_3' + s_4' + s_5' + s_6' + s_7' + s_8' + s_9' +$
$s_{10}' + e_1' + e_2' + e_3' + e_4' + e_5' + e_6' + e_7' + d_1' - 95200d_2' = 0$
$x_1' + x_2' + x_3' + x_4' + x_5' + x_6' + x_7' + y_1' + y_2' + y_3' + y_4' + y_5' + y_6' + y_7' + y_8' + y_9' + y_{10}' + s_1' + s_2' + s_3' + s_4' + s_5' + s_6' + s_7' + s_8' + s_9' +$
$s_{10}' + e_1' + e_2' + e_3' + e_4' + e_5' + e_6' + e_7' + d_1' + d_2' = 1$
$x_i' \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$y_i' \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$s_i' \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$e_i' \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$d_i' \geq 0, \quad i = 1,2$

- Menambahkan variabel d_3', d_4', d_5' agar jumlah koefisiennya bernilai nol

Minimumkan

$Z = 7x_1' + 14x_2' + 9x_3' + 4{,}5x_4' + 8x_5' + 9,5x_6' + 2{,}5x_7' - 2200y_1' - 33y_2' - 49y_3' - 48y_4' - 500y_5' - y_6' - 60y_7' - 500y_8' - 450y_9' - 26y_{10}' + d_3' + d_4' + 3802d_5' = 0$

Kendala:

$3{,}6x_1' + 0{,}824x_2' + 1{,}49x_3' + 0{,}33x_4' + 0{,}7425x_5' + 9x_6' + 1{,}095x_7' - s_1' - 2200d_2' + d_3' - d_4' + 2183{,}9185d_5' = 0$

$0{,}789x_1' + 0{,}127x_3' + 0{,}0585x_4' + 0{,}1935x_5' + 0{,}2603x_7' - s_2' - 330d_2' + d_3' - d_4' + 329{,}5717d_5' = 0$

$0{,}007x_1' + 0{,}008x_2' + 0{,}04x_3' + 0{,}0023x_4' + 0{,}0015x_5' + x_6' + 0{,}0023x_7' - s_3' - 49d_2' + d_3' - d_4' + 48{,}9389d_5' = 0$

$0{,}068x_1' + 0{,}176x_2' + 0{,}183x_3' + 0{,}0203x_4' + 0{,}009x_5' + 0{,}009x_7' - s_4' - 48d_2' + d_3' - d_4' + 48{,}5347d_5' = 0$

$0{,}24x_2' + 0{,}5x_3' + 2{,}5125x_4' + 1{,}095x_5' + 2{,}1622x_6' - s_5' - 500d_2' + d_3' - d_4' + 494{,}4903d_5' = 0$

$0{,}0012x_1' + 0{,}0004x_2' + 0{,}0017x_3' + 0{,}001x_4' + 0{,}0006x_5' + 0{,}0005x_7' - s_7' - d_2' + d_3' - d_4' + 1{,}9946d_5' = 0$

$0{,}1575x_4' + 0{,}0225x_5' + 0{,}225x_7' - s_7' - 60d_2' + d_3' - d_4' + 60{,}595d_5' = 0$

$0{,}006x_1' + 0{,}16x_2' + 1{,}29x_3' + 0{,}3675x_4' + 0{,}06x_5' + 0{,}2475x_7' - s_8' - 500d_2' + d_3' - d_4' + 498{,}869d_5' = 0$

$1{,}4x_1' + 1{,}6x_2' + 1{,}54x_3' + 2{,}6025x_4' + 0{,}21x_5' + 0{,}3x_7' - s_9' - 450d_2' + d_3' - d_4' + 443{,}3475d_5' = 0$

$0{,}008x_1' + 0{,}008x_2' + 0{,}1x_3' + 0{,}0053x_4' + 0{,}0038x_5' + 0{,}0053x_7' - s_{10}' - 26d_2' + d_3' + d_4' + 26{,}8696d_5' = 0$

$3{,}6y_1' + 0{,}789y_2' + 0{,}007y_3' + 0{,}068y_4' + 0{,}0012y_6' + 0{,}06y_8' + 1{,}4y_9' + 0{,}008y_{10}' + e_1' - 7d_2' + d_3' - d_4' + 0{,}0668d_5' = 0$

$0{,}824y_1' + 0{,}008y_3' + 0{,}176y_4' + 0{,}24y_5' + 0{,}0004y_6' + 0{,}16y_8' + 1{,}6y_9' + 0{,}008y_{10}' + e_2' - 14d_2' + d_3' - d_4' + 10{,}1436d_5' = 0$

$1{,}49y_1' + 0{,}127y_2' + 0{,}04y_3' + 0{,}183y_4' + 0{,}5y_5' + 0{,}0017y_6' + 1{,}29y_8' + 1{,}54y_9' + 0{,}1y_{10}' + e_3' - 9d_2' + d_3' - d_4' + 2{,}7283d_5' = 0$

$0{,}33y_1' + 0{,}0585y_2' + 0{,}0023y_3' + 0{,}0203y_4' + 2{,}5125y_5' + 0{,}001y_6' + 0{,}1575y_7' + 0{,}3675y_8' + 2{,}6025y_9' + 0{,}0053y_{10}' + e_4' - 4{,}5d_2' + d_3' - 4.5574d_4' + d_5' = 0$

$0{,}7425y_1' + 0{,}1935y_2' + 0{,}0015y_3' + 0{,}009y_4' + 1{,}095y_5' + 0{,}0006y_6' + 0{,}0225y_7' + 0{,}06y_8' + 0{,}21y_9' + 0{,}0038y_{10}' + e_5' - 8d_2' + d_3' - d_4' + 4.6616d_5' = 0$

$9y_1' + y_3' + 2{,}1622y_5' + e_6' - 9{,}5d_2' + d_3' - 3.6622d_4' + d_5' = 0$

$1{,}095y_1' + 0{,}2603y_2' + 0{,}0023y_3' + 0{,}009y_4' + 0{,}0005y_6' + 0{,}225y_7' + 0{,}2475y_8' + 0{,}3y_9' + 0{,}0053y_{10}' + e_7' - 2{,}5d_2' + d_3' - 0{,}6449d_4' + d_5' = 0$

$x_1' + x_2' + x_3' + x_4' + x_5' + x_6' + x_7' + y_1' + y_2' + y_3' + y_4' + y_5' + y_6' + y_7' + y_8' + y_9' + y_{10}' + s_1' + s_2' + s_3' + s_4' + s_5' + s_6' + s_7' + s_8' + s_9' + s_{10}' + e_1' + e_2' + e_3' + e_4' + e_5' + e_6' + e_7' + d_1' - 95200d_2' + d_3' - d_4' + 95165d_5' = 0$

$x_1' + x_2' + x_3' + x_4' + x_5' + x_6' + x_7' + y_1' + y_2' + y_3' + y_4' + y_5' + y_6' + y_7' + y_8' + y_9' + y_{10}' + s_1' + s_2' + s_3' + s_4' + s_5' + s_6' + s_7' + s_8' + s_9' +$
$s_{10}' + e_1' + e_2' + e_3' + e_4' + e_5' + e_6' + e_7' + d_1' + d_2' + d_3' - 36d_4' + d_5' = 1$
$x_i' \geq 0 , \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$y_i' \geq 0 , \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$s_i' \geq 0 , \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$e_i' \geq 0 , \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$d_i' \geq 0 , \quad i = 1,2,3,4,5$

2. Kasus Dua

- Mencari dualnya

Maksimumkan

$Z = 2200y_1 + 330y_2 + 49y_3 + 48y_4 + 500y_5 + 1y_6 + 60y_7 + 500y_8 + 450y_9 + 26y_{10}$

Kendala:

$3{,}6y_1 + 0{,}789y_2 + 0{,}007y_3 + 0{,}068y_4 + 0{,}0012y_6 + 0{,}06y_8 + 1{,}4y_9 + 0{,}008y_{10} \leq 7$
$1{,}7516y_1 + 0{,}145y_3 + 0{,}106y_4 + 4{,}7y_5 + 0{,}0005y_6 + 0{,}0812y_8 + 1{,}16y_9 + 0{,}0087y_{10} \leq 24$
$1{,}49y_1 + 0{,}127y_2 + 0{,}04y_3 + 0{,}183y_4 + 0{,}5y_5 + 0{,}0017y_6 + 1{,}29y_8 + 1{,}54y_9 + 0{,}1y_{10} \leq 9$
$0{,}33y_1 + 0{,}0585y_2 + 0{,}0023y_3 + 0{,}02y_4 + 2{,}5125y_5 + 0{,}001y_6 + 0{,}1575y_7 + 0{,}368y_8 + 2{,}6025y_9 + 0{,}005y_{10} \leq 4{,}5$
$0{,}7425y_1 + 0{,}1935y_2 + 0{,}0015y_3 + 0{,}009y \; + 0{,}0003y_6 + 0{,}585y_7 + 0{,}1725y_8 + 0{,}09y_9 + 0{,}0128y_{10} \leq 4{,}5$
$1{,}22y_1 + 0{,}076y_2 + 0{,}1y_3 + 0{,}02y_4 + 0{,}02y_7 + 0{,}25y_8 + 0{,}3y_9 + 0{,}001_{10} \leq 9$
$9y_1 + y_3 + 2{,}1622y_5 \leq 9{,}5$
$x_i \geq 0 , \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$y_i \geq 0 , \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$s_i \geq 0 , \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$e_i \geq 0 , \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$

- Mengubah bentuk primal dual ke bentuk standart dengan menambah variabel slack

Minimumkan

$Z = 7x_1 + 24x_2 + 9x_3 + 4,5x_4 + 4,5x_5 + 9x_6 + 9,5x_7 - 2200y_1 - 330y_2 - 49y_3 - 48y_4 - 500y_5 - 1y_6 - 60y_7 - 500y_8 - 450y_9 - 26y_{10}$

Kendala:

$3,6x_1 + 1,7516x_2 + 1,49x_3 + 0,33x_4 + 0,345x_5 + 1,22x_6 + 9x_7 - s_1 = 2200$

$0,789x_1 + 0,127x_3 + 0,0585x_4 + 0,0915x_5 + 0,076x_6 - s_2 = 330$

$0,007x_1 + 0,145x_2 + 0,04x_3 + 0,0023x_4 + 0,1x_6 + x_7 - s_3 = 49$

$0,068x_1 + 0,106x_2 + 0,183x_3 + 0,02x_4 + 0,0038x_5 + 0,02x_6 - s_4 = 48$

$4,7x_2 + 0,5x_3 + 2,5125x_4 + 2,7375x_5 + 2,1622x_7 - s_5 = 500$

$0,0012x_1 + 0,0005x_2 + 0,0017x_3 + 0,001x_4 + 0,0003x_5 - s_6 = 1$

$0,1575x_4 + 0,585x_5 + 0,02x_6 - s_7 = 60$

$0,06x_1 + 0,0812x_2 + 1,29x_3 + 0,368x_4 + 0,1725x_5 + 0,25x_6 - s_8 = 500$

$1,4x_1 + 1,16x_2 + 1,54x_3 + 2,6025x_4 + 0,09x_5 + 0,3x_6 - s_9 = 450$

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

$3,6y_1 + 0,789y_2 + 0,007y_3 + 0,068y_4 + 0,0012y_6 + 0,06y_8 + 1,4y_9 + 0,008y_{10} + e_1 = 7$

$1,7516y_1 + 0,145y_3 + 0,106y_4 + 4,7y_5 + 0,0005y_6 + 0,0812y_8 + 1,16y_9 + 0,0087y_{10} + e_2 = 24$

$1,49y_1 + 0,127y_2 + 0,04y_3 + 0,183y_4 + 0,5y_5 + 0,0017y_6 + 1,29y_8 + 1,54y_9 + 0,1y_{10} + e_3 = 9$

$0,33y_1 + 0,0585y_2 + 0,0023y_3 + 0,02y_4 + 2,5125y_5 + 0,001y_6 + 0,1575y_7 + 0,368y_8 + 2,6025y_9 + 0,005y_{10} + e_4 = 4,5$

$0,345y_1 + 0,0915y_2 + 0,0038y_4 + 2,7375y_5 + 0,0003y_6 + 0,585y_7 + 0,1725y_8 + 0,09y_9 + 0,0128y_{10} + e_5 = 4,5$

$1,22y_1 + 0,076y_2 + 0,1y_3 + 0,02y_4 + 0,02y_7 + 0,25y_8 + 0,3y_9 + 0,001_{10} + e_6 = 9$

$1,9y_1 + y_3 + 2,1622y_5 + e_7 = 9,5$

$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + y_{10} + s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_6 + s_7 + s_8 + s_9 + s_{10} + e_1 + e_2 + e_3 + e_4 + e_5 + e_7 + d_1 = 74800$

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

$y_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$

$s_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$

$e_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$

$d_1 \geq 0$

- Menghomogenkan pembatas

Minimumkan

$Z = 7x_1 + 24x_2 + 9x_3 + 4{,}5x_4 + 4{,}5x_5 + 9x_6 + 9{,}5x_7 - 2200y_1 - 330y_2 - 49y_3 - 48y_4 - 500y_5 - 1y_6 - 60y_7 - 500y_8 - 450y_9$
$\quad -26y_{10} = 0$

Kendala:

$3{,}6x_1 + 1{,}7516x_2 + 1{,}49x_3 + 0{,}33x_4 + 0{,}345x_5 + 1{,}22x_6 + 9x_7 - s_1 - 2200d_2 = 0$
$0{,}789x_1 + 0{,}127x_3 + 0{,}0585x_4 + 0{,}0915x_5 + 0{,}076x_6 - s_2 - 330d_2 = 0$
$0{,}007x_1 + 0{,}145x_2 + 0{,}04x_3 + 0{,}0023x_4 + 0{,}1x_6 + x_7 - s_3 - 49d_2 = 0$
$0{,}068x_1 + 0{,}106x_2 + 0{,}183x_3 + 0{,}02x_4 + 0{,}0038x_5 + 0{,}02x_6 - s_4 - 48d_2 = 0$
$4{,}7x_2 + 0{,}5x_3 + 2{,}5125x_4 + 2{,}7375x_5 + 2{,}1622x_7 - s_5 - 500d_2 = 0$
$0{,}0012x_1 + 0{,}0005x_2 + 0{,}0017x_3 + 0{,}001x_4 + 0{,}0003x_5 - s_6 - 1d_2 = 0$
$0{,}1575x_4 + 0{,}585x_5 + 0{,}02x_6 - s_7 - 60d_2 = 0$
$0{,}06x_1 + 0{,}0812x_2 + 1{,}29x_3 + 0{,}368x_4 + 0{,}1725x_5 + 0{,}25x_6 - s_8 - 500d_2 = 0$
$1{,}4x_1 + 1{,}16x_2 + 1{,}54x_3 + 2{,}6025x_4 + 0{,}09x_5 + 0{,}3x_6 - s_9 - 450d_2 = 0$
$0{,}008x_1 + 0{,}0087x_2 + 0{,}1x_3 + 0{,}005\,x_4 + 0{,}0128x_5 + 0{,}001x_6 - s_{10} - 26d_2 = 0$
$3{,}6y_1 + 0{,}789y_2 + 0{,}007y_3 + 0{,}068y_4 + 0{,}0012y_6 + 0{,}06y_8 + 1{,}4y_9 + 0{,}008y_{10} + e_1 - 7d_2 = 0$
$1{,}7516y_1 + 0{,}145y_3 + 0{,}106y_4 + 4{,}7y_5 + 0{,}0005y_6 + 0{,}0812y_8 + 1{,}16y_9 + 0{,}0087y_{10} + e_2 - 24d_2 = 0$
$1{,}49y_1 + 0{,}127y_2 + 0{,}04y_3 + 0{,}183y_4 + 0{,}5y_5 + 0{,}0017y_6 + 1{,}29y_8 + 1{,}54y_9 + 0{,}1y_{10} + e_3 - 9d_2 = 0$
$0{,}33y_1 + 0{,}0585y_2 + 0{,}0023y_3 + 0{,}02y_4 + 2{,}5125y_5 + 0{,}001y_6 + 0{,}1575y_7 + 0{,}368y_8 + 2{,}6025y_9 + 0{,}005y_{10} + e_4 - 4{,}5d_2 = 0$
$0{,}345y_1 + 0{,}0915y_2 + 0{,}0038y_4 + 2{,}7375y_5 + 0{,}0003y_6 + 0{,}585y_7 + 0{,}1725y_8 + 0{,}09y_9 + 0{,}0128y_{10} + e_5 - 4{,}5d_2 = 0$
$1{,}22y_1 + 0{,}076y_2 + 0{,}1y_3 + 0{,}02y_4 + 0{,}02y_7 + 0{,}25y_8 + 0{,}3y_9 + 0{,}001y_{10} + e_6 - 9d_2 = 0$
$1{,}9y_1 + y_3 + 2{,}1622y_5 + e_7 - 9{,}5d_2 = 0$
$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + y_{10} + s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_6 + s_7 + s_8 + s_9 +$
$s_{10} + e_1 + e_2 + e_3 + e_4 + e_5 + e_7 + d_1 - 74800d_2 = 0$
$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + y_{10} + s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_6 + s_7 + s_8 + s_9 +$
$s_{10} + e_1 + e_2 + e_3 + e_4 + e_5 + e_7 + d_1 + d_2 = 74801$
$x_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$y_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$s_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$

$e_i \geq 0\,, \qquad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$d_i \geq 0\,, \qquad i = 1,2$

- Menggunakan transformasi

$x_j = (Q+1)x'_j\,;\; y_j = (Q+1)y'_j\,;\; s_j = (Q+1)s'_j\,;\; e_j = (Q+1)e'_j\,;\; d_j = (Q+1)d'_j$, menghasilkan

Minimumkan

$$Z = 7x'_1 + 24x'_2 + 9x'_3 + 4{,}5x'_4 + 4{,}5x'_5 + 9x'_6 + 9{,}5x'_7 - 2200y'_1 - 330y'_2 - 49y'_3 - 48y'_4 - 500y'_5 - 1y'_6 - 60y'_7 - 500y'_8 - 450y'_9 - 26y'_{10} = 0$$

Kendala:

$3{,}6x'_1 + 1{,}7516x'_2 + 1{,}49x'_3 + 0{,}33x'_4 + 0{,}345x'_5 + 1{,}22x'_6 + 9x'_7 - s'_1 - 2200d'_2 = 0$
$0{,}789x'_1 + 0{,}127x'_3 + 0{,}0585x'_4 + 0{,}0915x'_5 + 0{,}076x'_6 - s'_2 - 330d'_2 = 0$
$0{,}007x'_1 + 0{,}145x'_2 + 0{,}04x'_3 + 0{,}0023x'_4 + 0{,}1x'_6 + x'_7 - s'_3 - 49d'_2 = 0$
$0{,}068x'_1 + 0{,}106x'_2 + 0{,}183x'_3 + 0{,}02x'_4 + 0{,}0038x'_5 + 0{,}02x'_6 - s'_4 - 48d'_2 = 0$
$4{,}7x'_2 + 0{,}5x'_3 + 2{,}5125x'_4 + 2{,}7375x'_5 + 2{,}1622x'_7 - s'_5 - 500d'_2 = 0$
$0{,}0012x'_1 + 0{,}0005x'_2 + 0{,}0017x'_3 + 0{,}001x'_4 + 0{,}0003x'_5 - s'_6 - 1d'_2 = 0$
$0{,}1575x'_4 + 0{,}585x'_5 + 0{,}02x'_6 - s'_7 - 60d'_2 = 0$
$0{,}06x'_1 + 0{,}0812x'_2 + 1{,}29x'_3 + 0{,}368x'_4 + 0{,}1725x'_5 + 0{,}25x'_6 - s'_8 - 500d'_2 = 0$
$1{,}4x'_1 + 1{,}16x'_2 + 1{,}54x'_3 + 2{,}6025x'_4 + 0{,}09x'_5 + 0{,}3x'_6 - s'_9 - 450d'_2 = 0$
$0{,}008x'_1 + 0{,}0087x'_2 + 0{,}1x'_3 + 0{,}005\,x'_4 + 0{,}0128x'_5 + 0{,}001x'_6 - s'_{10} - 26d'_2 = 0$
$3{,}6y'_1 + 0{,}789y'_2 + 0{,}007y'_3 + 0{,}068y'_4 + 0{,}0012y'_6 + 0{,}06y'_8 + 1{,}4y'_9 + 0{,}008y'_{10} + e'_1 - 7d'_2 = 0$
$1{,}7516y'_1 + 0{,}145y'_3 + 0{,}106y'_4 + 4{,}7y'_5 + 0{,}0005y'_6 + 0{,}0812y'_8 + 1{,}16y'_9 + 0{,}0087y'_{10} + e'_2 - 24d'_2 = 0$
$1{,}49y'_1 + 0{,}127y'_2 + 0{,}04y'_3 + 0{,}183y'_4 + 0{,}5y'_5 + 0{,}0017y'_6 + 1{,}29y'_8 + 1{,}54y'_9 + 0{,}1y'_{10} + e'_3 - 9d'_2 = 0$
$0{,}33y'_1 + 0{,}0585y'_2 + 0{,}0023y'_3 + 0{,}02y'_4 + 2{,}5125y'_5 + 0{,}001y'_6 + 0{,}1575y'_7 + 0{,}368y'_8 + 2{,}6025y'_9 + 0{,}005y'_{10} + e'_4 - 4{,}5d'_2 = 0$
$0{,}345y'_1 + 0{,}0915y'_2 + 0{,}0038y'_4 + 2{,}7375y'_5 + 0{,}0003y'_6 + 0{,}585y'_7 + 0{,}1725y'_8 + 0{,}09y'_9 + 0{,}0128y'_{10} + e'_5 - 4{,}5d'_2 = 0$
$1{,}22y'_1 + 0{,}076y'_2 + 0{,}1y'_3 + 0{,}02y'_4 + 0{,}02y'_7 + 0{,}25y'_8 + 0{,}3y'_9 + 0{,}001y'_{10} + e'_6 - 9d'_2 = 0$
$1{,}9y'_1 + y'_3 + 2{,}1622y'_5 + e'_7 - 9{,}5d'_2 = 0$

$$x'_1 + x'_2 + x'_3 + x'_4 + x'_5 + x'_6 + x'_7 + y'_1 + y'_2 + y'_3 + y'_4 + y'_5 + y'_6 + y'_7 + y'_8 + y'_9 + y'_{10} + s'_1 + s'_2 + s'_3 + s'_4 + s'_5 + s'_6 + s'_7 + s'_8 + s'_9 + s'_{10} + e'_1 + e'_2 + e'_3 + e'_4 + e'_5 + e'_6 + e'_7 + d'_1 - 74800d'_2 = 0$$

$$x'_1 + x'_2 + x'_3 + x'_4 + x'_5 + x'_6 + x'_7 + y'_1 + y'_2 + y'_3 + y'_4 + y'_5 + y'_6 + y'_7 + y'_8 + y'_9 + y'_{10} + s'_1 + s'_2 + s'_3 + s'_4 + s'_5 + s'_6 + s'_7 + s'_8 + s'_9 + s'_{10}$$

$$+e'_1+e'_2+e'_3+e'_4+e'_5+e'_6+e'_7+d'_1+d'_2=1$$
$x'_i \geq 0\,,\qquad i=1,2,3,4,5,6,7$
$y'_i \geq 0\,,\qquad i=1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$s'_i \geq 0\,,\qquad i=1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$e'_i \geq 0\,,\qquad i=1,2,3,4,5,6,7$
$d'_i \geq 0\,,\qquad i=1,2$

- Menambahkan variabel d'_3, d'_4, d'_5 agar jumlah koefisiennya bernilai nol

Minimumkan

$$Z=7x'_1+24x'_2+9x'_3+4{,}5x'_4+4{,}5x'_5+9x'_6+9{,}5x'_7-2200y'_1-330y'_2-49y'_3-48y'_4-500y'_5-1y'_6-60y'_7-500y'_8-450y'_9 -26y'_{10}+d'_3-d'_4+4096{,}5d'_5=0$$

Kendala:

$$3{,}6x'_1+1{,}7516x'_2+1{,}49x'_3+0{,}33x'_4+0{,}345x'_5+1{,}22x'_6+9x'_7-s'_1-2200d'_2+d'_3-d'_4+2183{,}2634d'_5=0$$
$$0{,}789x'_1+0{,}127x'_3+0{,}0585x'_4+0{,}0915x'_5+0{,}076x'_6-s'_2-330d'_2+d'_3-d'_4+329{,}858d'_5=0$$
$$0{,}007x'_1+0{,}145x'_2+0{,}04x'_3+0{,}0023x'_4+0{,}1x'_6+x'_7-s'_3-49d'_2+d'_3-d'_4+48{,}7057d'_5=0$$
$$0{,}068x'_1+0{,}106x'_2+0{,}183x'_3+0{,}02x'_4+0{,}0038x'_5+0{,}02x'_6-s'_4-48d'_2+d'_3-d'_4+48{,}5992d'_5=0$$
$$4{,}7x'_2+0{,}5x'_3+2{,}5125x'_4+2{,}7375x'_5+2{,}1622x'_7-s'_5-500d'_2+d'_3-d'_4+488{,}3878d'_5=0$$
$$0{,}0012x'_1+0{,}0005x'_2+0{,}0017x'_3+0{,}001x'_4+0{,}0003x'_5-s'_6-1d'_2+d'_3-d'_4+1{,}9953d'_5=0$$
$$0{,}1575x'_4+0{,}585x'_5+0{,}02x'_6-s'_7-60d'_2+d'_3-d'_4+60{,}2375d'_5=0$$
$$0{,}06x'_1+0{,}0812x'_2+1{,}29x'_3+0{,}368x'_4+0{,}1725x'_5+0{,}25x'_6-s'_8-500d'_2+d'_3-d'_4+498{,}7783d'_5=0$$
$$1{,}4x'_1+1{,}16x'_2+1{,}54x'_3+2{,}6025x'_4+0{,}09x'_5+0{,}3x'_6-s'_9-450d'_2+d'_3-d'_4+443{,}9075d'_5=0$$
$$0{,}008x'_1+0{,}0087x'_2+0{,}1x'_3+0{,}005\,x'_4+0{,}0128x'_5+0{,}001x'_6-s'_{10}-26d'_2+d'_3-d'_4+26{,}8645d'_5=0$$
$$3{,}6y'_1+0{,}789y'_2+0{,}007y'_3+0{,}068y'_4+0{,}0012y'_6+0{,}06y'_8+1{,}4y'_9+0{,}008y'_{10}+e'_1-7d'_2+d'_3-d'_4+0{,}0668d'_5=0$$
$$1{,}7516y'_1+0{,}145y'_3+0{,}106y'_4+4{,}7y'_5+0{,}0005y'_6+0{,}0812y'_8+1{,}16y'_9+0{,}0087y'_{10}+e'_2-24d'_2+d'_3-d'_4+14{,}3162d'_5=0$$
$$1{,}49y'_1+0{,}127y'_2+0{,}04y'_3+0{,}183y'_4+0{,}5y'_5+0{,}0017y'_6+1{,}29y'_8+1{,}54y'_9+0{,}1y'_{10}+e'_3-9d'_2+d'_3-d'_4+2{,}7283d'_5=0$$
$$0{,}33y'_1+0{,}0585y'_2+0{,}0023y'_3+0{,}02y'_4+2{,}5125y'_5+0{,}001y'_6+0{,}1575y'_7+0{,}368y'_8+2{,}6025y'_9+0{,}005y'_{10}+e'_4-4{,}5d'_2+d'_3 -3{,}0838d'_4+d'_5=0$$
$$0{,}345y'_1+0{,}0915y'_2+0{,}0038y'_4+2{,}7375y'_5+0{,}0003y'_6+0{,}585y'_7+0{,}1725y'_8+0{,}09y'_9+0{,}0128y'_{10}+e'_5-4{,}5d'_2+d'_3-0{,}5384d'_4 +d'_5=0$$
$$1{,}22y'_1+0{,}076y'_2+0{,}1y'_3+0{,}02y'_4+0{,}02y'_7+0{,}25y'_8+0{,}3y'_9+0{,}001y'_{10}+e'_6-9d'_2+d'_3-d'_4+6{,}013d'_5=0$$

$1,9y_1' + y_3' + 2,1622y_5' + e_7' - 9,5d_2' + d_3' - d_4' + 3,4378d_5' = 0$
$x_1' + x_2' + x_3' + x_4' + x_5' + x_6' + x_7' + y_1' + y_2' + y_3' + y_4' + y_5' + y_6' + y_7' + y_8' + y_9' + y_{10}' + s_1' + s_2' + s_3' + s_4' + s_5' + s_6' + s_7' + s_8' + s_9' + s_{10}'$
$+e_1' + e_2' + e_3' + e_4' + e_5' + e_6' + e_7' + d_1' - 74800d_2' + d_3' - d_4' + 74765d_5' = 0$
$x_1' + x_2' + x_3' + x_4' + x_5' + x_6' + x_7' + y_1' + y_2' + y_3' + y_4' + y_5' + y_6' + y_7' + y_8' + y_9' + y_{10}' + s_1' + s_2' + s_3' + s_4' + s_5' + s_6' + s_7' + s_8' + s_9' + s_{10}'$
$+e_1' + e_2' + e_3' + e_4' + e_5' + e_6' + e_7' + d_1' + d_2' + d_3' - 36d_4' + d_5' = 1$
$x_i' \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$y_i' \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$s_i' \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$e_i' \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$d_i' \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5$

3. Kasus Tiga

- Mencari dualnya

Maksimumkan
$Z = 2200y_1 + 330y_2 + 49y_3 + 48y_4 + 500y_5 + y_6 + 60y_7 + 500y_8 + 450y_9 + 26y_{10}$
Kendala:
$3,6y_1 + 0,789y_2 + 0,007y_3 + 0,068y_4 + 0,0012y_6 + 0,06y_8 + 1,4y_9 + 0,008y_{10} \leq 7$
$1,458y_1 + 0,006y_2 + 0,1035y_3 + 0,1152y_4 + 8,1y_5 + 0,00009y_6 + 0,468y_8 + 1,62y_9 + 0,0243y_{10} \leq 15$
$0,68y_1 + 0,016y_2 + 0,046y_3 + 0,078y_4 + 0,0006y_6 + 1,24y_8 + 0,63y_9 + 0,008y_{10} \leq 6$
$0,203y_1 + 0,038y_2 + 0,002y_3 + 0,02y_4 + 44,1y_5 + 0,0005y_6 + 0,224y_7 + 0,511y_8 + 0,35y_9 + 0,0175y_{10} \leq 4$
$0,7425y_1 + 0,194y_2 + 0,0015y_3 + 0,009y_4 + 1,095y_5 + 0,0006y_6 + 0,0225y_7 + 0,06y_8 + 0,21y_9 + 0,0038y_{10} \leq 8$
$1,26y_1 + 0,298y_2 + 0,0117y_3 + 0,0423y_4 + 3,915y_5 + 0,0022y_6 + 0,072y_7 + 0,054y_8 + 1,062y_9 + 0,0063y_{10} \leq 5$
$9y_1 + y_3 + 2,1622y_5 \leq 9,5$
$x_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$y_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$

- Mengubah bentuk primal dual ke bentuk standart dengan menambahkan variabel slack

Minimumkan

$Z = 7x_1 + 15x_2 + 6x_3 + 4x_4 + 8x_5 + 5x_6 + 9{,}5x_7 - 2200y_1 - 330y_2 - 49y_3 - 48y_4 - 500y_5 - y_6 - 60y_7 - 500y_8 - 450y_9 - 26y_{10}$

Kendala:

$3{,}6x_1 + 1{,}458x_2 + 0{,}68x_3 + 0{,}203x_4 + 0{,}7425x_5 + 1{,}26x_6 + 9x_7 - s_1 = 2200$

$0{,}789x_1 + 0{,}006x_2 + 0{,}016x_3 + 0{,}038x_4 + 0{,}194x_5 + 0{,}298x_6 - s_2 = 330$

$0{,}007x_1 + 0{,}1035x_2 + 0{,}046x_3 + 0{,}002x_4 + 0{,}0015x_5 + 0{,}0117x_6 + x_7 - s_3 = 49$

$0{,}068x_1 + 0{,}1152x_2 + 0{,}078x_3 + 0{,}02x_4 + 0{,}009x_5 + 0{,}0423x_6 - s_4 = 48$

$8{,}1x_2 + 44{,}1x_4 + 1{,}095x_5 + 3{,}915x_6 + 2{,}1622x_7 - s_5 = 500$

$0{,}0012x_1 + 0{,}0009x_2 + 0{,}0006x_3 + 0{,}0005x_4 + 0{,}0006x_5 + 0{,}0022x_6 - s_6 = 1$

$0{,}224x_4 + 0{,}0225x_5 + 0{,}072x_6 - s_7 = 60$

$0{,}06x_1 + 0{,}486x_2 + 1{,}24x_3 + 0{,}511x_4 + 0{,}06x_5 + 0{,}054x_6 - s_8 = 500$

$1{,}4x_1 + 1{,}62x_2 + 0{,}63x_3 + 0{,}35x_4 + 0{,}21x_5 + 1{,}062x_6 - s_9 = 450$

$0{,}008x_1 + 0{,}0243x_2 + 0{,}008x_3 + 0{,}0175\,x_4 + 0{,}0038x_5 + 0{,}0063x_6 - s_{10} = 26$

$3{,}6y_1 + 0{,}789y_2 + 0{,}007y_3 + 0{,}068y_4 + 0{,}0012y_6 + 0{,}06y_8 + 1{,}4y_9 + 0{,}008y_{10} + e_1 = 7$

$1{,}458y_1 + 0{,}006y_2 + 0{,}1035y_3 + 0{,}1152y_4 + 8{,}1y_5 + 0{,}00009y_6 + 0{,}468y_8 + 1{,}62y_9 + 0{,}0243y_{10} + e_2 = 15$

$0{,}68y_1 + 0{,}016y_2 + 0{,}046y_3 + 0{,}078y_4 + 0{,}0006y_6 + 1{,}24y_8 + 0{,}63y_9 + 0{,}008y_{10} + e_3 = 6$

$0{,}203y_1 + 0{,}038y_2 + 0{,}002y_3 + 0{,}02y_4 + 44{,}1y_5 + 0{,}0005y_6 + 0{,}224y_7 + 0{,}511y_8 + 0{,}35y_9 + 0{,}0175y_{10} + e_4 = 4$

$0{,}7425y_1 + 0{,}194y_2 + 0{,}0015y_3 + 0{,}009y_4 + 1{,}095y_5 + 0{,}0006y_6 + 0{,}0225y_7 + 0{,}06y_8 + 0{,}21y_9 + 0{,}0038y_{10} + e_5 = 8$

$1{,}26y_1 + 0{,}298y_2 + 0{,}0117y_3 + 0{,}0423y_4 + 3{,}915y_5 + 0{,}0022y_6 + 0{,}072y_7 + 0{,}054y_8 + 1{,}062y_9 + 0{,}0063y_{10} + e_6 = 5$

$9y_1 + y_3 + 2{,}1622y_5 + e_7 = 9{,}5$

$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + y_{10} + s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_6 + s_7 + s_8 + s_9 + s_{10} + e_1 + e_2 + e_3 + e_4 + e_5 + e_7 + d_1 = 74800$

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

$y_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$

$s_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$

$e_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$

$d_1 \geq 0$

- Menghomogenkan pembatas

Minimumkan

$$Z = 7x_1 + 15x_2 + 6x_3 + 4x_4 + 8x_5 + 5x_6 + 9{,}5x_7 - 2200y_1 - 330y_2 - 49y_3 - 48y_4 - 500y_5 - y_6 - 60y_7 - 500y_8 - 450y_9 - 26y_{10} = 0$$

Kendala:

$3{,}6x_1 + 1{,}458x_2 + 0{,}68x_3 + 0{,}203x_4 + 0{,}7425x_5 + 1{,}26x_6 + 9x_7 - s_1 - 2200d_2 = 0$

$0{,}789x_1 + 0{,}006x_2 + 0{,}016x_3 + 0{,}038x_4 + 0{,}194x_5 + 0{,}298x_6 - s_2 - 330d_2 = 0$

$0{,}007x_1 + 0{,}1035x_2 + 0{,}046x_3 + 0{,}002x_4 + 0{,}0015x_5 + 0{,}0117x_6 - s_3 - 49d_2 = 0$

$0{,}068x_1 + 0{,}1152x_2 + 0{,}078x_3 + 0{,}02x_4 + 0{,}009x_5 + 0{,}0423x_6 - s_4 - 48d_2 = 0$

$8{,}1x_2 + 44{,}1x_4 + 1{,}095x_5 + 3{,}915x_6 + 2{,}1622x_7 - s_5 - 500d_2 = 0$

$0{,}0012x_1 + 0{,}0009x_2 + 0{,}0006x_3 + 0{,}0005x_4 + 0{,}0006x_5 + 0{,}0022x_6 - s_6 - d_2 = 0$

$0{,}224x_4 + 0{,}0225x_5 + 0{,}072x_6 - s_7 - 60d_2 = 0$

$0{,}06x_1 + 0{,}486x_2 + 1{,}24x_3 + 0{,}511x_4 + 0{,}06x_5 + 0{,}054x_6 - s_8 - 500 = 0$

$1{,}4x_1 + 1{,}62x_2 + 0{,}63x_3 + 0{,}35x_4 + 0{,}21x_5 + 1{,}062x_6 - s_9 - 450d_2 = 0$

$0{,}008x_1 + 0{,}0243x_2 + 0{,}008x_3 + 0{,}0175\,x_4 + 0{,}0038x_5 + 0{,}0063x_6 - s_{10} - 26d_2 = 0$

$3{,}6y_1 + 0{,}789y_2 + 0{,}007y_3 + 0{,}068y_4 + 0{,}0012y_6 + 0{,}06y_8 + 1{,}4y_9 + 0{,}008y_{10} + e_1 - 7d_2 = 0$

$1{,}458y_1 + 0{,}006y_2 + 0{,}1035y_3 + 0{,}1152y_4 + 8{,}1y_5 + 0{,}00009y_6 + 0{,}468y_8 + 1{,}62y_9 + 0{,}0243y_{10} + e_2 - 15d_2 = 0$

$0{,}68y_1 + 0{,}016y_2 + 0{,}046y_3 + 0{,}078y_4 + 0{,}0006y_6 + 1{,}24y_8 + 0{,}63y_9 + 0{,}008y_{10} + e_3 - 6d_2 = 0$

$0{,}203y_1 + 0{,}038y_2 + 0{,}002y_3 + 0{,}02y_4 + 44{,}1y_5 + 0{,}0005y_6 + 0{,}224y_7 + 0{,}511y_8 + 0{,}35y_9 + 0{,}0175y_{10} + e_4 - 4d_2 = 0$

$0{,}7425y_1 + 0{,}194y_2 + 0{,}0015y_3 + 0{,}009y_4 + 1{,}095y_5 + 0{,}0006y_6 + 0{,}0225y_7 + 0{,}06y_8 + 0{,}21y_9 + 0{,}0038y_{10} + e_5 - 8 = 0$

$1{,}26y_1 + 0{,}298y_2 + 0{,}0117y_3 + 0{,}0423y_4 + 3{,}915y_5 + 0{,}0022y_6 + 0{,}072y_7 + 0{,}054y_8 + 1{,}062y_9 + 0{,}0063y_{10} + e_6 - 5d_2 = 0$

$9y_1 + y_3 + 2{,}1622y_5 + e_7 - 9{,}5d_2 = 0$

$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + y_{10} + s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_6 + s_7 + s_8 + s_9 + s_{10} + e_1 + e_2 + e_3 + e_4 + e_5 + e_7 + d_1 - 74800d_2 = 0$

$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + y_{10} + s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_6 + s_7 + s_8 + s_9 + s_{10} + e_1 + e_2 + e_3 + e_4 + e_5 + e_7 + d_1 + d_2 = 74801$

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

$y_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$

$s_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$

$e_i \geq 0\,, \qquad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$d_i \geq 0\,, \qquad i = 1,2$

- Menggunakan transformasi

$x_j = (Q+1)x'_j\,;\; y_j = (Q+1)y'_j\,;\; s_j = (Q+1)s'_j\,;\; e_j = (Q+1)e'_j\,;\; d_j = (Q+1)d'_j$, menghasilkan

Minimumkan

$Z = 7x'_1 + 15x'_2 + 6x'_3 + 4x'_4 + 8x'_5 + 5x'_6 + 9{,}5x'_7 - 2200y'_1 - 330y'_2 - 49y'_3 - 48y'_4 - 500y'_5 - y'_6 - 60y'_7 - 500y'_8 - 450y'_9 - 26y'_{10} = 0$

Kendala:

$3{,}6x'_1 + 1{,}458x'_2 + 0{,}68x'_3 + 0{,}203x'_4 + 0{,}7425x'_5 + 1{,}26x'_6 + 9x'_7 - s'_1 - 2200d'_2 = 0$
$0{,}789x'_1 + 0{,}006x'_2 + 0{,}016x'_3 + 0{,}038x'_4 + 0{,}194x'_5 + 0{,}298x'_6 - s'_2 - 330d'_2 = 0$
$0{,}007x'_1 + 0{,}1035x'_2 + 0{,}046x_3x'_3 + 0{,}002x'_4 + 0{,}0015x'_5 + 0{,}0117x'_6 + x'_7 - s'_3 - 49d'_2 = 0$
$0{,}068x'_1 + 0{,}1152x'_2 + 0{,}078x'_3 + 0{,}02x'_4 + 0{,}009x'_5 + 0{,}0423x'_6 - s'_4 - 48d'_2 = 0$
$8{,}1x'_2 + 44{,}1x'_4 + 1{,}095x'_5 + 3{,}915x'_6 + 2{,}1622x'_7 - s'_5 - 500d'_2 = 0$
$0{,}0012x'_1 + 0{,}0009x'_2 + 0{,}0006x'_3 + 0{,}0005x'_4 + 0{,}0006x'_5 + 0{,}0022x'_6 - s'_6 - d'_2 = 0$
$0{,}224x'_4 + 0{,}0225x'_5 + 0{,}072x'_6 - s'_7 - 60d'_2 = 0$
$0{,}06x'_1 + 0{,}486x'_2 + 1{,}24x'_3 + 0{,}511x'_4 + 0{,}06x'_5 + 1{,}062x'_6 - s'_8 - 500d'_2 = 0$
$1{,}4x'_1 + 1{,}62x'_2 + 0{,}63x'_3 + 0{,}35x'_4 + 0{,}21x'_5 + 1{,}062x'_6 - s'_9 - 450d'_2 = 0$
$0{,}008x'_1 + 0{,}0243x'_2 + 0{,}008x'_3 + 0{,}0175\,x'_4 + 0{,}0038x'_5 + 0{,}0063x'_6 - s'_{10} - 26d'_2 = 0$
$3{,}6y'_1 + 0{,}789y'_2 + 0{,}007y'_3 + 0{,}068y'_4 + 0{,}0012y'_6 + 0{,}06y'_8 + 1{,}4y'_9 + 0{,}008y'_{10} + e'_1 - 7d'_2 = 0$
$1{,}458y'_1 + 0{,}006y'_2 + 0{,}1035y'_3 + 0{,}1152y'_4 + 8{,}1y'_5 + 0{,}00009y'_6 + 0{,}468y'_8 + 1{,}62y'_9 + 0{,}0243y'_{10} + e'_2 - 15d'_2 = 0$
$0{,}68y'_1 + 0{,}016y'_2 + 0{,}046y'_3 + 0{,}078y'_4 + 0{,}0006y'_6 + 1{,}24y'_8 + 0{,}63y'_9 + 0{,}008y'_{10} + e'_3 - 6d'_2 = 0$
$0{,}203y'_1 + 0{,}038y'_2 + 0{,}002y'_3 + 0{,}02y'_4 + 44{,}1y'_5 + 0{,}0005y'_6 + 0{,}224y'_7 + 0{,}511y'_8 + 0{,}35y'_9 + 0{,}0175y'_{10} + e'_4 - 4d'_2 = 0$
$0{,}7425y'_1 + 0{,}194y'_2 + 0{,}0015y'_3 + 0{,}009y'_4 + 1{,}095y'_5 + 0{,}0006y'_6 + 0{,}0225y'_7 + 0{,}06y'_8 + 0{,}21y'_9 + 0{,}0038y'_{10} + e'_5 - 8d'_2 = 0$
$1{,}26y'_1 + 0{,}298y'_2 + 0{,}0117y'_3 + 0{,}0423y'_4 + 3{,}915y'_5 + 0{,}0022y'_6 + 0{,}072y'_7 + 0{,}054y'_8 + 1{,}062y'_9 + 0{,}0063y'_{10} + e'_6 - 5d'_2 = 0$
$9y'_1 + y'_3 + 2{,}1622y'_5 + e'_7 - 9{,}5d'_2 = 0$
$x'_1 + x'_2 + x'_3 + x'_4 + x'_5 + x'_6 + x'_7 + y'_1 + y'_2 + y'_3 + y'_4 + y'_5 + y'_6 + y'_7 + y'_8 + y'_9 + y'_{10} + s'_1 + s'_2 + s'_3 + s'_4 + s'_5 + s'_6 + s'_7 + s'_8 + s'_9 + s'_{10}$
$\quad + e'_1 + e'_2 + e'_3 + e'_4 + e'_5 + e'_6 + e'_7 + d'_1 - 74800d'_2 = 0$

$$x'_1 + x'_2 + x'_3 + x'_4 + x'_5 + x'_6 + x'_7 + y'_1 + y'_2 + y'_3 + y'_4 + y'_5 + y'_6 + y'_7 + y'_8 + y'_9 + y'_{10} + s'_1 + s'_2 + s'_3 + s'_4 + s'_5 + s'_6 + s'_7 + s'_8 + s'_9 + s'_{10}$$
$$+ e'_1 + e'_2 + e'_3 + e'_4 + e'_5 + e'_6 + e'_7 + d'_1 + d'_2 = 1$$
$x'_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$y'_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$s'_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$
$e'_i \geq 0, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$
$d'_i \geq 0, \quad i = 1,2$

- Menambahkan variabel d'_3, d'_4, d'_5 agar jumlah koefisiennya bernilai nol

Minimumkan

$$Z = 7x'_1 + 15x'_2 + 6x'_3 + 4x'_4 + 8x'_5 + 5x'_6 + 9{,}5x'_7 - 2200y'_1 - 330y'_2 - 49y'_3 - 48y'_4 - 500y'_5 - y'_6 - 60y'_7 - 500y'_8 - 450y'_9 - 26y'_{10}$$
$$+ d'_3 - d'_4 + 4109{,}5d'_5 = 0$$

Kendala:

$$3{,}6x'_1 + 1{,}458x'_2 + 0{,}68x'_3 + 0{,}203x'_4 + 0{,}7425x'_5 + 1{,}26x'_6 + 9x'_7 - s'_1 - 2200d'_2 + d'_3 - d'_4 + 2184{,}0565d'_5 = 0$$
$$0{,}789x'_1 + 0{,}006x'_2 + 0{,}016x'_3 + 0{,}038x'_4 + 0{,}194x'_5 + 0{,}298x'_6 - s'_2 - 330d'_2 + d'_3 - d'_4 + 329{,}659d'_5 = 0$$
$$0{,}007x'_1 + 0{,}1035x'_2 + 0{,}046x_3x'_3 + 0{,}002x'_4 + 0{,}0015x'_5 + 0{,}0117x'_6 + x'_7 - s'_3 - 49d'_2 + d'_3 - d'_4 + 48{,}8283d'_5 = 0$$
$$0{,}068x'_1 + 0{,}1152x'_2 + 0{,}078x'_3 + 0{,}02x'_4 + 0{,}009x'_5 + 0{,}0423x'_6 - s'_4 - 48d'_2 + d'_3 - d'_4 + 48{,}6675d'_5 = 0$$
$$8{,}1x'_2 + 44{,}1x'_4 + 1{,}095x'_5 + 3{,}915x'_6 + 2{,}1622x'_7 - s'_5 - 500d'_2 + d'_3 - d'_4 + 441{,}6278d'_5 = 0$$
$$0{,}0012x'_1 + 0{,}0009x'_2 + 0{,}0006x'_3 + 0{,}0005x'_4 + 0{,}0006x'_5 + 0{,}0022x'_6 - s'_6 - d'_2 + d'_3 - d'_4 + 1{,}994d'_5 = 0$$
$$0{,}224x'_4 + 0{,}0225x'_5 + 0{,}072x'_6 - s'_7 - 60d'_2 + d'_3 - d'_4 + 60{,}6815d'_5 = 0$$
$$0{,}06x'_1 + 0{,}486x'_2 + 1{,}24x'_3 + 0{,}511x'_4 + 0{,}06x'_5 + 1{,}062x'_6 - s'_8 - 500d'_2 + d'_3 - d'_4 + 497{,}581d'_5 = 0$$
$$1{,}4x'_1 + 1{,}62x'_2 + 0{,}63x'_3 + 0{,}35x'_4 + 0{,}21x'_5 + 1{,}062x'_6 - s'_9 - 450d'_2 + d'_3 - d'_4 + 445{,}728d'_5 = 0$$
$$0{,}008x'_1 + 0{,}0243x'_2 + 0{,}008x'_3 + 0{,}0175x'_4 + 0{,}0038x'_5 + 0{,}0063x'_6 - s'_{10} - 26d'_2 + d'_3 - d'_4 + 26{,}9321d'_5 = 0$$
$$3{,}6y'_1 + 0{,}789y'_2 + 0{,}007y'_3 + 0{,}068y'_4 + 0{,}0012y'_6 + 0{,}06y'_8 + 1{,}4y'_9 + 0{,}008y'_{10} + e'_1 - 7d'_2 + d'_3 - d'_4 + 0{,}0688d'_5 = 0$$
$$1{,}458y'_1 + 0{,}006y'_2 + 0{,}1035y'_3 + 0{,}1152y'_4 + 8{,}1y'_5 + 0{,}0009y'_6 + 0{,}468y'_8 + 1{,}62y'_9 + 0{,}0243y'_{10} + e'_2 - 15d'_2 + d'_3 - d'_4 + 2{,}1041d'_5$$
$$= 0$$
$$0{,}68y'_1 + 0{,}016y'_2 + 0{,}046y'_3 + 0{,}078y'_4 + 0{,}0006y'_6 + 1{,}24y'_8 + 0{,}63y'_9 + 0{,}008y'_{10} + e'_3 - 6d'_2 + d'_3 - d'_4 + 2{,}3014d'_5 = 0$$
$$0{,}203y'_1 + 0{,}038y'_2 + 0{,}002y'_3 + 0{,}02y'_4 + 44{,}1y'_5 + 0{,}0005y'_6 + 0{,}224y'_7 + 0{,}511y'_8 + 0{,}35y'_9 + 0{,}0175y'_{10} + e'_4 - 4d'_2 + d'_3 - 42{,}466d'_4$$
$$+ d'_5 = 0$$

$$0{,}7425y_1' + 0{,}194y_2' + 0{,}0015y_3' + 0{,}009y_4' + 1{,}095y_5' + 0{,}0006y_6' + 0{,}0225y_7' + 0{,}06y_8' + 0{,}21y_9' + 0{,}0038y_{10}' + e_5' - 8d_2' + d_3' - 4{,}6611d_4' + d_5' = 0$$

$$1{,}26y_1' + 0{,}298y_2' + 0{,}0117y_3' + 0{,}0423y_4' + 3{,}915y_5' + 0{,}0022y_6' + 0{,}072y_7' + 0{,}054y_8' + 1{,}062y_9' + 0{,}0063y_{10}' + e_6' - 5d_2' + d_3' - 2{,}7235d_4' + d_5' = 0$$

$$9y_1' + y_3' + 2{,}1622y_5' + e_7' - 9{,}5d_2' + d_3' - 3{,}6622d_4' + d_5' = 0$$

$$x_1' + x_2' + x_3' + x_4' + x_5' + x_6' + x_7' + y_1' + y_2' + y_3' + y_4' + y_5' + y_6' + y_7' + y_8' + y_9' + y_{10}' + s_1' + s_2' + s_3' + s_4' + s_5' + s_6' + s_7' + s_8' + s_9' + s_{10}' + e_1' + e_2' + e_3' + e_4' + e_5' + e_6' + e_7' + d_1' - 74800d_2' + d_3' - d_4' + 74765d_5' = 0$$

$$x_1' + x_2' + x_3' + x_4' + x_5' + x_6' + x_7' + y_1' + y_2' + y_3' + y_4' + y_5' + y_6' + y_7' + y_8' + y_9' + y_{10}' + s_1' + s_2' + s_3' + s_4' + s_5' + s_6' + s_7' + s_8' + s_9' + s_{10}' + e_1' + e_2' + e_3' + e_4' + e_5' + e_6' + e_7' + d_1' + d_2' + d_3' - 36d_4' + d_5' = 1$$

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

$y_i' \geq 0\,, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$

$s_i' \geq 0\,, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$

$e_i' \geq 0\,, \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$

$d_i' \geq 0\,, \quad i = 1,2,3,4,5$

Lampiran 8. Hasil Output Kasus Satu untuk Pria Dewasa

Solusi (var*It):

25.641	25.054	23.868
25.641	25.270	24.497
25.641	26.413	27.925
25.641	25.291	24.586
25.641	26.619	28.475
25.641	24.969	23.607
25.641	26.770	29.014
25.641	25.798	26.000
25.641	27.496	31.011
25.641	25.861	26.272
25.641	26.495	28.063
25.641	25.837	26.076
25.641	26.704	28.763
25.641	22.547	16.998
25.641	27.380	30.756
25.641	25.868	26.301
25.641	26.849	29.244
25.641	27.208	30.425
25.641	25.029	23.682
25.641	24.156	21.146
25.641	24.535	22.237
25.641	26.563	28.332
25.641	24.263	21.443
25.641	24.680	22.659
25.641	25.980	26.532
25.641	27.563	31.533
25.641	24.402	21.846
25.641	21.717	14.948
25.641	23.797	20.340
25.641	26.697	28.737
25.641	24.071	20.848
25.641	27.760	32.332
25.641	25.197	24.282
25.641	24.699	22.888
25.641	26.697	28.737
25.641	25.121	24.043
25.641	26.332	27.382
25.641	27.194	30.131
25.641	25.121	24.042

Biaya Total:
24794.872 19428.795 9002.631

Iterasi: 3

Lampiran 9. Hasil Output Kasus Dua untuk Pria Dewasa

Solusi (var*It):

25.641	25.741	25.807
25.641	25.819	26.016
25.641	26.591	28.401
25.641	24.975	23.526
25.641	26.621	28.504
25.641	26.276	27.412
25.641	25.634	25.496
25.641	27.615	31.325
25.641	27.633	31.614
25.641	24.718	22.946
25.641	26.159	27.025
25.641	25.484	25.093
25.641	26.482	28.067
25.641	27.026	29.762
25.641	27.820	32.670
25.641	23.605	19.349
25.641	26.334	27.588
25.641	26.795	29.081
25.641	24.769	22.903
25.641	24.588	22.388
25.641	24.703	22.713
25.641	26.369	27.707
25.641	24.516	22.167
25.641	26.895	29.426
25.641	25.764	25.870
25.641	26.478	28.053
25.641	24.617	22.463
25.641	21.055	13.747
25.641	25.092	23.879
25.641	24.107	21.083
25.641	28.344	34.436
25.641	25.795	25.764
25.641	24.469	22.286
25.641	24.529	22.388
25.641	26.478	28.053
25.641	25.677	25.609
25.641	23.795	20.197
25.641	24.956	23.577
25.641	25.677	25.609

Biaya Total:
27641.026 21488.071 8898.718

Iterasi: 3

Lampiran 10. Hasil Output Kasus Tiga untuk Pria Dewasa

Solusi (var*It):

25.641	25.923	26.367
25.641	25.646	25.542
25.641	26.474	28.051
25.641	25.519	25.165
25.641	26.109	26.904
25.641	26.052	26.758
25.641	25.414	24.865
25.641	26.126	26.908
25.641	29.434	38.253
25.641	24.096	21.256
25.641	26.367	27.634
25.641	26.037	26.763
25.641	26.192	27.152
25.641	27.022	29.817
25.641	29.392	37.208
25.641	24.187	20.886
25.641	26.291	27.453
25.641	26.445	27.947
25.641	25.046	23.729
25.641	24.414	21.918
25.641	24.623	22.508
25.641	26.210	27.206
25.641	24.492	22.131
25.641	24.530	22.239
25.641	25.828	26.044
25.641	26.379	27.713
25.641	24.507	22.173
25.641	23.094	18.348
25.641	22.246	16.211
25.641	26.184	27.126
25.641	26.422	27.824
25.641	26.289	27.795
25.641	25.076	23.960
25.641	23.493	19.726
25.641	26.184	27.126
25.641	25.550	25.255
25.641	25.050	23.805
25.641	26.110	26.982
25.641	25.549	25.255

Biaya Total:
23538.462 18587.935 8102.786

Iterasi: 3

Lampiran 11. Hasil Output Kasus Satu untuk Wanita Dewasa

Solusi (var*It):

25.641	25.714	25.863
25.641	25.520	25.222
25.641	26.651	28.652
25.641	26.066	26.920
25.641	26.240	27.302
25.641	25.679	25.766
25.641	26.399	27.835
25.641	26.524	28.281
25.641	27.272	30.694
25.641	25.273	24.376
25.641	25.830	25.938
25.641	26.845	29.334
25.641	26.041	26.655
25.641	23.749	19.883
25.641	29.082	36.554
25.641	28.156	33.368
25.641	26.345	27.597
25.641	26.347	27.589
25.641	24.451	22.039
25.641	24.013	20.835
25.641	24.165	21.240
25.641	25.846	26.064
25.641	24.009	20.810
25.641	24.232	21.429
25.641	25.375	24.732
25.641	26.400	27.690
25.641	24.108	21.088
25.641	23.472	19.656
25.641	22.556	16.957
25.641	26.034	26.633
25.641	26.012	26.606
25.641	24.610	22.617
25.641	24.745	22.889
25.641	23.951	20.527
25.641	26.034	26.633
25.641	25.715	25.859
25.641	26.557	28.307
25.641	28.266	33.702
25.641	25.715	25.859

Biaya Total:
22846.154 17404.041 6082.809

Iterasi: 3

Lampiran 12. Hasil Output Kasus Dua untuk Wanita Dewasa

Solusi (var*It):

25.641	26.583	28.416
25.641	26.179	27.255
25.641	26.342	27.743
25.641	26.648	28.689
25.641	26.669	28.657
25.641	25.924	26.314
25.641	26.358	27.831
25.641	28.765	35.258
25.641	26.486	27.901
25.641	24.897	23.474
25.641	25.708	25.557
25.641	26.455	28.165
25.641	25.872	26.116
25.641	24.837	22.950
25.641	28.739	35.739
25.641	25.194	23.938
25.641	26.170	27.046
25.641	25.953	26.343
25.641	24.930	23.381
25.641	24.580	22.444
25.641	24.617	22.527
25.641	25.819	25.922
25.641	24.600	22.484
25.641	24.858	23.182
25.641	25.867	26.103
25.641	25.667	25.488
25.641	24.615	22.526
25.641	20.696	12.950
25.641	22.874	17.633
25.641	25.867	26.103
25.641	26.812	29.315
25.641	26.287	27.506
25.641	25.013	23.988
25.641	24.619	22.676
25.641	25.867	26.103
25.641	26.333	27.722
25.641	24.117	20.828
25.641	25.851	26.004
25.641	26.333	27.723

Biaya Total:

22564.103 17213.395 5835.961

Iterasi: 3

Lampiran 13. Hasil Output Kasus Tiga untuk Wanita Dewasa

Solusi (var*It):

25.641	25.933	26.403
25.641	25.633	25.510
25.641	26.470	28.058
25.641	25.518	25.167
25.641	26.080	26.824
25.641	26.048	26.754
25.641	25.420	24.885
25.641	26.061	26.744
25.641	28.956	36.613
25.641	24.351	21.882
25.641	26.333	27.536
25.641	26.022	26.717
25.641	26.171	27.098
25.641	27.130	30.203
25.641	29.682	38.093
25.641	24.535	21.865
25.641	26.518	28.186
25.641	26.419	27.881
25.641	25.022	23.652
25.641	24.394	21.847
25.641	24.593	22.414
25.641	26.189	27.153
25.641	24.464	22.038
25.641	24.501	22.144
25.641	25.795	25.946
25.641	26.344	27.616
25.641	24.477	22.078
25.641	23.204	18.689
25.641	21.722	14.913
25.641	26.163	27.074
25.641	26.379	27.701
25.641	26.316	27.921
25.641	24.957	23.655
25.641	23.831	20.537
25.641	26.163	27.074
25.641	25.546	25.250
25.641	25.013	23.682
25.641	26.099	26.948
25.641	25.546	25.250

Biaya Total:
18897.436 14634.301 5664.048

Iterasi: 3

Lampiran 14. Listing Program Kasus Satu untuk Pria Dewasa

```
clear all;
clc;
%n=input('Banyak variabel = ');
n=39;
%C=input('C = ');
C=[7 14 9 4.5 8 9.5 2.5 -2800 -420 -62.2 -55 -700 -1.2 -60 -500 -500 -13 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 -1 3824.4742];
%A=input('A = ');
A=[3.6 0.824 1.49 0.33 0.7425 9 1.095 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -2800 1 -1 2783.9185;
   0.789 0 0.127 0.0585 0.1935 0 0.2603 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -420 1 -1 419.5717;
   0.007 0.008 0.04 0.0023 0.0015 1 0.0023 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -62.2 1 -1 62.1389;
   0.068 0.176 0.183 0.0203 0.009 0 0.009 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -55 1 -1 55.5437;
   0 0.24 0.5 2.5125 1.095 2.1622 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -700 1 -1 694.4903;
   0.0012 0.0004 0.0017 0.001 0.0006 0 0.0005 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1.2 1 -1 2.1946;
   0 0 0 0.1575 0.0225 0 0.225 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -60 1 -1 60.595;
   0.006 0.16 1.29 0.3675 0.06 0.2475 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -500 1 -1 498.869;
   1.4 1.6 1.54 2.6025 0.21 0 0.3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -500 1 -1 493.3475;
   0.008 0.008 0.1 0.0053 0.0038 0 0.0053 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 -13 1 -1 13.8696;
   0 0 0 0 0 0 0 3.6 0.789 0.007 0.068 0.0012 0 0.06 0.0014 0.008 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 -7 1 -1 1.4654;
   0 0 0 0 0 0 0 0.824 0 0.008 0.176 0.24 0.0004 0 0 1.6 0.008 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 -14 1 -1 10.1436;
   0 0 0 0 0 0 0 1.49 0.127 0.04 0.183 0.5 0.0017 1.29 1.54 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 -9 1 -1 2.7283;
   0 0 0 0 0 0 0 0.33 0.0585 0.0023 0.0203 2.5125 0.001 0.1575 0.3675 2.6025 0.0053 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 -4.5 1 -1
2.5574;
   0 0 0 0 0 0 0 0.7425 0.1935 0.0015 0.009 1.095 0.0006 0.0225 0.06 0.21 0.0038 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 -8 1 -4.6616
1;
   0 0 0 0 0 0 0 9 0 1 0 2.1622 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 -9 1 -4.1622 1;
   0 0 0 0 0 0 0 1.095 0.2603 0.0023 0.009 0 0.0005 0.225 0.2475 0.3 0.0053 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 -2.5 1 -0.6449 1;
   1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 -95200 1 -1 95165];
%I=input('I = ');
I=[1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1];
m=18;
k=0;
X(1:n)=1/n;
r=sqrt(1/(n*(n-1)));
alfa=(n-1)/(3*n);
L=(1+log2(1+max(abs(C)))+log2(1+m)+sum(sum(log2(1+abs(A)))));
Solusi=[];
BiayaTotal=[];
while (z>=2^(-L))
    variabel=1000*X';
    Solusi=[Solusi variabel];
```

```
    BiayaTotal=[BiayaTotal C*variabel];
    k=k+1;
    Iterasi=k;
    D=diag(X);
    satu(1:n)=1;
    P=[A*D;satu];
    Cp=(diag(I)-P'*inv(P*P')*P)*(C*D)';
    Y=Y-alfa*r*Cp/norm(Cp);
    X=(D*Y/sum(D*Y))';
    z=sum(C.*X);
end;
fprintf('Solusi (var*It):\n');
[row col]=size(Solusi);
for i=1:row
    for j=1:col
        if Solusi(i,j)>=100
            fprintf('%2.3f      ',Solusi(i,j));
        else if Solusi(i,j)>=10
            fprintf(' %2.3f     ',Solusi(i,j));
        else
            fprintf('  %2.3f     ',Solusi(i,j));
            end
        end;
    end;
    fprintf('\n');
end;
fprintf('\nBiaya Total:\n')
for i=1:col
    fprintf('%2.3f  ',BiayaTotal(i));
end;
fprintf('\n\n')
fprintf('Iterasi: %d\n',Iterasi);
```