

**MEMINIMUMKAN JUMLAH KALORI DI DALAM TUBUH DENGAN
MEMPERHITUNGKAN ASUPAN MAKANAN DAN AKTIVITAS
MENGUNAKAN *LINEAR PROGRAMMING***

Lestari Dwi Asih¹, Maya Widyastiti²

^{1,2}Program Studi Matematika FMIPA Universitas Pakuan

Email : lestaridwiasih@gmail.com

ABSTRACT

Calorie is defined as a unit used to measure power or energy value. The calories in a food depends on the content of carbohydrates, protein, and fat in the food itself. Excess calories can lead to obesity disease and another diseases. So, it is important to know the amount of the calories in the body. In this study, to determine the number of calories needed by the body based on age, gender, height, weight and type of daily activity. The amount of calories that will be consumed as much as needed by the body and perform the activity as much as possible at certain time intervals to minimize the amount of calories in the body by considering the constraints that exist with using linear programming.

Key words : *Integer Linear Programming, Optimization, diet, foods and activities*

PENDAHULUAN

Kalori adalah istilah umum dari satuan energi sistem metrik. Tubuh kita memerlukan kalori dari makanan yang kita makan sebagai sumber energi untuk melakukan aktifitas sehari-hari. Tanpa kalori yang cukup, kita pasti merasa lemas seperti mobil tanpa bensin (Kurniali & Abikusno, 2007). Atau kalori juga bisa diartikan sebagai satuan unit yang digunakan untuk mengukur nilai tenaga atau energi, kandungan kalori di dalam suatu makanan bergantung pada kandungan karbohidrat, protein, dan lemak pada makanan itu sendiri (Graha, 2010)

Kalori dapat diperoleh dari asupan makanan yang mengandung nutrisi, seperti karbohidrat, lemak, protein, dan lain-lain. Kebutuhan kalori setiap orang ini berbeda-beda tergantung usia, tinggi badan, dan berat badan serta kegiatan atau aktivitas yang dilakukan perhari. Kelebihan kalori maupun kekurangan kalori di dalam tubuh tidak baik bagi kesehatan. Kelebihan kalori dapat menyebabkan penyakit obesitas. Obesitas ialah ketidak seimbangan antara konsumsi kalori dan kebutuhan energi,

dimana konsumsi terlalu banyak dibandingkan dengan kebutuhan atau pemakaian energi (Budianto, 2002). Obesitas merupakan masalah kesehatan masyarakat yang penting terkait dengan beberapa kondisi kesehatan kronis termasuk penyakit jantung, hipertensi, hiperlipidemia, diabetes, hiperinsulinemia, dan kanker (Layman, *et al*, 2005). Sedangkan jika tubuh kekurangan kalori juga akan menyebabkan tubuh lemah dan kekurangan berat badan. Oleh sebab itu, memperhitungkan kebutuhan kalori harian untuk tubuh sangat penting dilakukan. Biasanya orang akan melakukan *diet* atau mengatur pola makan untuk mengatur jumlah kalori di dalam tubuh.

Masalah *diet* adalah salah satu masalah optimasi pertama dipelajari di tahun 1930-an dan 1940-an. Hal ini dimotivasi oleh keinginan Angkatan Darat untuk meminimalkan biaya makan tentara di lapangan sementara masih menyediakan makanan yang sehat. Salah satu peneliti awal yang mempelajari masalah ini adalah George Stigler, yang membuat tebakan dari solusi optimal menggunakan metode

heuristik. Kemudian masalah *diet* dengan menggunakan linear juga sudah banyak dikembangkan, tetapi kebanyakan penelitian tersebut fokus pada meminimumkan biaya, meminimumkan konsumsi lemak, dan lain-lain, sedangkan dalam penelitian ini akan fokus pada meminimumkan jumlah kalori dalam tubuh untuk mencegah timbunan kalori dengan mempertimbangkan asupan makanan dan aktivitas sehari-hari yang dilakukan oleh masing-masing individu.

Pada penelitian ini, dengan mengetahui jumlah kalori yang dibutuhkan oleh tubuh berdasarkan usia, jenis kelamin, tinggi badan, berat badan serta jenis aktivitas harian yang biasa dilakukan, maka akan dikonsumsi makanan dengan jumlah kalori sebanyak yang dibutuhkan oleh tubuh dan melakukan aktivitas semaksimal mungkin pada interval waktu tertentu untuk meminimumkan jumlah kalori dalam tubuh dengan mempertimbangkan kendala-kendala yang ada dengan menggunakan *linear programming*.

BAHAN DAN METODE

Pada penelitian ini, masalah diet atau pengaturan pola makan dan aktivitas sehari-hari dimodelkan untuk meminimumkan jumlah kalori di dalam tubuh dengan mempertimbangkan kalori yang masuk dari makanan yang dikonsumsi dan aktivitas yang dilakukan sehari-hari. Masalah ini diformulasikan dalam bentuk *linear programming*. Model ini akan menerapkan aturan sebagai berikut:

1. Berdasarkan Arif Budi Handoyo seorang ahli gizi, pola makan 5-6 kali sehari terbukti lebih efektif dibandingkan dengan pola makan 3 kali sehari untuk menurunkan berat badan dan mendapatkan massa otot lebih cepat, sehingga interval yang digunakan dalam penelitian ini ada 6 interval yaitu,
 - a. Interval I (00.00 – 04.00)
 - b. Interval II (04.00-08.00)
 - c. Interval III (08.00-12.00)
 - d. Interval IV (12.00-16.00)
 - e. Interval V (16.00-20.00)
 - f. Interval VI (20.00-24.00)

2. Jumlah kalori tersisa di dalam tubuh adalah selisih antara kalori yang dihasilkan dalam makanan dan kalori yang dilepaskan saat melakukan aktivitas.
3. Total kebutuhan energi harian yang harus dikonsumsi tidak boleh kurang dari BMR yang ditetapkan. BMR bergantung terhadap parameter berat badan (BB), tinggi badan (TB), umur (U), dan jenis kelamin (JK) dan jenis aktivitas yang dilakukan. Berdasarkan Harris Benedict formula (Arisman, 2010) perhitungan BMR dapat dihitung dengan formula sebagai berikut :

$BMR1 = 66 + (13.86 \times BB) + (5.03 \times TB) - (6.8 \times U)$
 $BMR2 = 655 + (9.46 \times BB) + (1.83 \times TB) - (4.7 \times U)$
 Sedangkan untuk jenis aktivitas (JA) menjadi tiga, yaitu aktivitas ringan, aktivitas sedang dan aktivitas berat. Sehingga formulasinya dapat dituliskan sebagai berikut :

$$JA = \begin{cases} 30\%BMR; & \text{aktivitas ringan} \\ 40\%BMR; & \text{aktivitas sedang} \\ 50\%BMR; & \text{aktivitas berat} \end{cases}$$

Sehingga total kebutuhan harian (TE) dapat dihitung dengan formula sebagai berikut,

$$TE = BMR + JA$$

4. Energi yang digunakan pada setiap selang waktu tidak boleh melebihi energi yang ada. Dan energi dari makanan pada interval ke-i akan tersedia pada interval ke i+1
5. Energi makanan hanya berasal dari karbohidrat, protein dan lemak.
6. Jumlah karbohidrat yang dikonsumsi perhari setidaknya 300 gram, protein 60 gram dan lemak tidak melebihi 62 gram (1 gram karbohidrat dan protein setara dengan 4 kkal dan 1 gram lemak setara dengan 9 kkal).

7. Saat jam produktif asupan makanan akan lebih banyak jika dibandingkan dengan ketika jam istirahat.
8. Untuk di setiap interval, harus mengkonsumsi makanan tetapi tidak boleh melebihi 1,5 porsi makanan .
9. Untuk setiap aktivitas, lamanya aktivitas yang dilakukan pada seluruh interval lebih dari nol dan kurang dari 4 jam.
10. Jumlah asupan energi di dalam tubuh haruslah tak negatif. Dan jumlah kalori yang dikeluarkan juga harus tak negatif.

Himpunan

$P = \{1,2, \dots, p\}$ =himpunan makanan yang dikonsumsi,
 $Q = \{1,2, \dots, q\}$ =himpunan aktivitas yang dilakukan

Indeks

i = indeks makanan yang dikonsumsi,
 j = indeks kandungan nutrisi dalam makanan (j = karbohidrat(1), protein(2), lemak(3))
 k = indeks interval waktu ($k = 1,2,3,4,5,6$)
 l = indeks aktivitas yang dilakukan
 m = indeks jenis aktivitas (JA) yang dilakukan (m = ringan(1), sedang(2), berat(3))

Parameter

A_i = banyaknya kalori yang dimiliki makanan ke- i (dalam kkal),
 B_{ij} = banyaknya kandungan nutrisi j yang dimiliki makanan ke- i (dalam kkal),
 C_{lm} = jumlah kalori yang dikeluarkan dari dalam tubuh oleh jenis aktivitas ke- m untuk aktivitas ke- l (dalam kkal).

Variabel Keputusan

x_{ik} = banyaknya makanan i yang dimakan saat interval ke- k ,
 y_{lmk} = lamanya aktivitas l yang merupakan jenis aktivitas m yang dilakukan saat interval k .

Fungsi Objektif

Tujuan dari permasalahan ini adalah untuk mengetahui makanan apa saja yang dapat dikonsumsi dan aktivitas apa saja yang dapat dilakukan pada suatu interval waktu tertentu agar dapat meminimumkan sisa kalori di dalam tubuh. Untuk meminimumkan kalori di dalam tubuh, yaitu dengan cara meminimumkan selisih antara kalori yang masuk ke dalam tubuh melalui makanan dengan kalori yang digunakan oleh tubuh untuk aktivitas sehari-hari, sehingga dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$\text{minimumkan } Z = \sum_{k=1}^6 \sum_{i=1}^p x_{ik} A_i - \sum_{k=1}^6 \sum_{l=1}^q y_{lmk} C_{lm} ; m=1,2,3$$

Kendala

1. Jumlah energi yang harus dikonsumsi tidak boleh kurang dari BMR yang ditetapkan. BMR bergantung terhadap parameter berat badan (BB), tinggi badan(TB), umur (U), jenis kelamin (JK, JK=1 (laki-laki, JK=2 (perempuan)) dan jenis aktivitas yang dilakukan. Dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$BMR1 = 66 + (13.86x BB) + (5.03x TB) - (6.8x U)$$

$$BMR2 = 655 + (9.46 x BB) + (1.83 x TB) - (4.7 x U)$$

Jika JK = 1,

$m = 1$, maka

$$\sum_{k=1}^6 \sum_{i=1}^p x_{ik} A_i \geq BMR1 + 30\% BMR1$$

$m = 2$, maka

$$\sum_{k=1}^6 \sum_{i=1}^p x_{ik} A_i \geq BMR1 + 40\% BMR1$$

$m = 3$, maka

$$\sum_{k=1}^6 \sum_{i=1}^p x_{ik} A_i \geq BMR1 + 50\% BMR1$$

Jika JK=2,

$m = 1$, maka

$$\sum_{k=1}^6 \sum_{i=1}^p x_{ik} A_i \geq BMR2 + 30\% BMR2$$

$m = 2$, maka

Meminimumkan Jumlah Kalori Di Dalam Tubuh Dengan (Lestari)

$$m = 3, \text{ maka } \sum_{k=1}^6 \sum_{i=1}^p x_{ik} A_i \geq BMR2 + 40\% BMR2$$

$$\sum_{k=1}^6 \sum_{i=1}^p x_{ik} A_i \geq BMR2 + 50\% BMR2$$

2. Energi yang digunakan pada setiap selang waktu tidak boleh melebihi energi yang ada. Dan energi dari makanan pada interval ke-i akan tersedia pada interval ke i+1, sehingga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sum_{i=1}^p x_{ik} A_i \geq \sum_{l=1}^q y_{l,m,k+1} C_{l,m}, \text{ untuk } m = 1,2,3 \text{ dan } k = 1, \dots, 6$$

3. Jumlah karbohidrat yang dikonsumsi sehari setidaknya 300 gram, protein 60 gram dan lemak tidak melebihi 62 gram (1 gram karbohidrat dan protein setara dengan 4 kkal dan 1 gram lemak setara dengan 9 kkal). Sehingga dapat dituliskan,

$$\sum_{k=1}^6 \sum_{i=1}^p x_{ik} B_{i1} \geq 1200$$

$$\sum_{k=1}^6 \sum_{i=1}^p x_{ik} B_{i2} \geq 240$$

$$\sum_{k=1}^6 \sum_{i=1}^p x_{ik} B_{i3} \leq 558$$

4. diasumsikan individu aktif beraktivitas saat interval ke-3 sampai interval ke-6, sehingga asupan energi untuk interval ke 2 sampai ke 5 harus lebih banyak dari pada asupan energi pada interval 1 dan 6. sehingga dapat dituliskan,

$$\sum_{k=1}^5 \sum_{i=1}^p x_{ik} C_i \geq \sum_{i=1}^p (x_{i1} + x_{i6})$$

5. jumlah energi yang digunakan pada seluruh interval kurang dari atau sama dengan jumlah energi yang dikonsumsi.

$$\sum_{k=1}^6 \sum_{i=1}^p x_{ik} A_i \geq \sum_{k=1}^6 \sum_{l=1}^q y_{lmk} C_{lm}, \text{ untuk } m = 1,2,3$$

6. untuk setiap interval k jumlah makanan yang dimakan tidak nol (positif) dan kurang dari atau sama dengan 1,5 porsi.

$$\sum_{i=1}^p x_{ik} > 0, \text{ untuk } k = 1,2, \dots, 6$$

$$\sum_{i=1}^p x_{ik} \leq 1.5, \text{ untuk } k = 1,2, \dots, 6$$

7. untuk setiap makanan ke i jumlah yang dikonsumsi untuk seluruh interval adalah positif kurang dari 1.5 porsi dan tidak nol.

$$\sum_{k=1}^6 x_{ik} > 0, \text{ untuk } i = 1,2, \dots, p$$

$$\sum_{k=1}^6 x_{ik} \leq 0, \text{ untuk } i = 1,2, \dots, p$$

8. untuk setiap aktivitas l lamanya aktivitas yang dilakukan pada seluruh interval tidak nol dan kurang dari 4 jam.

$$\sum_{k=1}^6 y_{lmk} > 0, \text{ untuk } l = 1,2, \dots, q$$

$$\sum_{k=1}^6 y_{lmk} \leq 4, \text{ untuk } l = 1,2, \dots, q$$

9. untuk setiap interval k jumlah lamanya aktivitas harus tidak nol dan kurang dari 4 jam.

$$\sum_{l=1}^q y_{lmk} > 0, \text{ untuk } k = 1,2, \dots, 6$$

$$\sum_{l=1}^q y_{lmk} \leq 4, \text{ untuk } k = 1,2, \dots, 6$$

10. jumlah asupan energi di dalam tubuh haruslah tak negatif. Dan jumlah kalori yang dikeluarkan juga harus tak negatif

$$x_{ik} \geq 0, \text{ untuk } i = 1,2, \dots, p \text{ dan } k = 1,2, \dots, 6$$

$$y_{lmk} \geq 0, \text{ untuk } l = 1,2, \dots, q \text{ dan } k = 1,2, \dots, 6, \text{ dan } m = 1,2,3$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, untuk mendapatkan hasil makanan apa saja yang harus dikonsumsi dan aktivitas apa saja yang dapat dilakukan dalam interval waktu tertentu untuk meminimumkan jumlah kalori di dalam tubuh digunakan beberapa data mengenai makanan yang dikonsumsi

berdasarkan kandungan nutrisinya (karbohidrat, protein, dan lemak) beserta dengan kalori yang dikandung oleh masing-masing makanan tersebut. Dan juga digunakan data mengenai aktivitas yang dilakukan berdasarkan jenis aktivitasnya (ringan, sedang dan berat) beserta kandungan kalornya. Data tersebut terdapat pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3 dan

Tabel 4. Dari model persamaan yang di atas, misalkan kita ambil suatu contoh yaitu untuk seseorang dengan berat badan 60 kg, tinggi badan 156 cm, umur 22 tahun, jenis kelamin perempuan dan jenis aktivitas yang dilakukan adalah aktivitas ringan, dengan menggunakan lingo maka diperoleh hasil seperti pada tabel 5.

Tabel 1. Beberapa makanan dengan informasi kalori dan nutrisi

Makanan (1 porsi makan)	Energi (kkal)	Karbohidrat (gr)	Protein (gr)	Lemak (gr)
Nasi putih	135	29.3	2.79	0.29
Gandum putih	657	145.73	21.72	3.28
Nasi merah	215	44.42	4.09	1.74
Singkong	32	7.65	0.27	0.06
Jagung	77	17.12	2.9	1.06
Ikan	48	0	10.12	0.52
Kacang kedelai	55	3.89	4.09	2.95
Tahu	70	2.72	4.46	5.24
Ayam tepung	95	5.22	5	6.02
Tempe	55	2.66	5.26	3.02

Tabel 2. Jenis aktivitas ringan dan informasi kalori yang dikeluarkan

Aktivitas	Energi (kkal)
Tidur	66
Istirahat	74
duduk	103
Kerja kantoran (di balik meja)	110
mengemudi	118
berdiri	147
Berjalan lambat (3km/jam)	147
Bermain musik	147
Belanja	169
Pekerjaan rumah tangga	184

Tabel 3. Jenis aktivitas sedang dan informasi kalori yang dikeluarkan

Aktivitas	Energi (kkal)
Berjalan sedang (5km/jam)	243
Senam (ringan)	257
Berkebun	294
Berjalan cepat	368
Basket	441
Bersepeda (santai)	441

Tabel 4. Jenis aktivitas berat dan informasi kalori yang dikeluarkan

Aktivitas	Energi (kkal)
Berenang	514
Sepak bola	588
Badminton	735
Lari (10km/jam)	735
Bersepeda (sedang, 21 km/jam)	588

Tabel 5. Tabel hasil kesimpulan dengan menggunakan lingo

interval	Makanan yang dikonsumsi	Aktivitas yang dilakukan
1	1.5 porsi nasi merah	4 jam melakukan pekerjaan rumah tangga
2	0.08 porsi ikan + 0.82 porsi telur +0.6 porsi daging	4 jam berdiri
3	1.5 porsi nasi putih	1.607 jam istirahat + 2,39 jam tidur
4	0.6 gandum putih+0.9 porsi daging	0.73 jam tidur
5	0.7 porsi gandum putih	-
6	-	2.39 jam istirahat

Dari hasil tabel 5 dapat dilihat bahwa pada interval 1 makanan yang dikonsumsi adalah 1.5 porsi nasi merah dan aktivitas yang dilakukan adalah melakukan pekerjaan rumah tangga selama 4 jam, dan seterusnya.

SIMPULAN

Dari hasil pengerjaan didapatkan kesimpulan seperti tabel 6. Tetapi pada tabel 6 masih ada interval dimana responden tidak mengkonsumsi makanan

apapun, yaitu pada interval ke 6, dan pada interval ke-5 responden tidak melakukan kegiatan apapun. Hal ini disebabkan oleh beberapa kemungkinan. Pertama, karena hasil bergantung kepada data yang di *input*. Jadi, setiap input data yang diberikan berbeda maka model akan menghasilkan hasil yang berbeda. Kedua, kemungkinan masih terdapat beberapa kekurangan di dalam model, sehingga perlu beberapa perbaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiyanto MAK .2002.Dasar-dasar Ilmu Gizi. Malang: UMM Press.
- Graha, Chairinniza K. 2010. 100 Questions & Answer: Kolesterol. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Kurniali PC, Abikusno N. 2007. Healthy Food For Healthy People. Jakarta: PT.Gramedia.
- Layman DK, Evans E, Baum JI, Seyler J, Erickson DJ, Boileau RA. 2005. Dietary protein and exercise have addicyive effects on body composition during weight loss. J Nutr 135: 1903:1910.