

# Implementasi Metode Algoritma Genetika Pada Penentuan Menu Makanan Untuk Membentuk Berat Badan Ideal

Christopher Nanda Jonathan  
Program Studi Teknik Informatika  
Jurusan Teknologi Informasi  
Politeknik Negeri Jember  
Jember, Indonesia  
cnjonathan.cnj@gmail.com

Vyan Ary Pratama  
Program Studi Teknik Informatika  
Jurusan Teknologi Informasi  
Politeknik Negeri Jember  
Jember, Indonesia  
vyanaryprabowo9763@gmail.com

Lutfi Auliasari  
Program Studi Teknik Informatika  
Jurusan Teknologi Informasi  
Politeknik Negeri Jember  
Jember, Indonesia  
lutfiauliasari23@gmail.com

Agung Rahmatullah  
Program Studi Teknik Informatika  
Jurusan Teknologi Informasi  
Politeknik Negeri Jember  
Jember, Indonesia  
agungrahmatullah661@gmail.com

Panji Budi Satria  
Program Studi Teknik Informatika  
Jurusan Teknologi Informasi  
Politeknik Negeri Jember  
Jember, Indonesia  
panjibudi467@gmail.com

Roifatul Munawaroh  
Program Studi Teknik Informatika  
Jurusan Teknologi Informasi  
Politeknik Negeri Jember  
Jember, Indonesia  
roifatulmunawaroh95@gmail.com

Ardhan Febriansyah  
Program Studi Teknik Informatika  
Jurusan Teknologi Informasi  
Politeknik Negeri Jember  
Jember, Indonesia  
febriansyahardhan@gmail.com

Trismayanti Dwi Puspitasari  
Program Studi Teknik Informatika  
Jurusan Teknologi Informasi  
Politeknik Negeri Jember  
Jember, Indonesia  
trismayanti@polije.ac.id

**Abstract**— Human need balanced nutrition to grow up. It contained various nutrients namely energy, protein, vitamins, and minerals. Data from the Ministry of Health, the proportion of overweight in adults above 18 years old on 2018 amounted to 13%, while data from Basic Health Research mentions that adults with nutritional deficiencies amounted to 12.6%. This shows that many adults do not pay attention to the food with balanced nutrition that can lead to obesity and nutritional deficiencies. To prevent this, it can be done by eating healthy food that contains enough calories. Someone needs different calories according to the age, height, weight, gender and physical activity. To optimize the level of calory that being consumed daily, we use Genetic Algorithm to obtain more menus with higher calory, the menu will be divided into breakfast, lunch, and dinner, in accordance to the recommended nutritional needs. From this study using Genetic Algorithms, there is an average increase in the number of calories by 88 kkal, from 1037 kkal to 1123 kkal, and there is one chromosome that satisfies the recommended calorie requirement, which is 1,849 kkal.

**Keywords**— *food combinations; genetic algorithm; nutritional needs*

**Abstrak**— Manusia membutuhkan nutrisi yang seimbang untuk tumbuh. Itu mengandung berbagai nutrisi yaitu energi, protein, vitamin, dan mineral. Data dari Departemen Kesehatan, proporsi kelebihan berat badan pada orang dewasa di atas 18 tahun pada tahun 2018 berjumlah 13%, sedangkan data dari Riset Kesehatan Dasar menyebutkan bahwa orang dewasa dengan kekurangan gizi berjumlah 12,6%. Ini menunjukkan bahwa banyak orang dewasa tidak memperhatikan makanan dengan gizi seimbang yang dapat menyebabkan obesitas dan kekurangan gizi. Untuk mencegahnya, hal itu bisa dilakukan dengan mengonsumsi makanan sehat yang mengandung cukup kalori. Seseorang membutuhkan kalori yang berbeda sesuai dengan usia, tinggi, berat badan, jenis kelamin, dan aktivitas fisik. Untuk mengoptimalkan tingkat kalori yang dikonsumsi setiap hari,

kami menggunakan Algoritma Genetika untuk mendapatkan lebih banyak menu dengan kalori lebih tinggi, menu akan dibagi menjadi sarapan, makan siang, dan makan malam, sesuai dengan kebutuhan nutrisi yang direkomendasikan. Dari penelitian ini menggunakan Algoritma Genetika, ada peningkatan rata-rata dalam jumlah kalori sebesar 88 kkal, dari 1037 kkal menjadi 1123 kkal, dan ada satu kromosom yang memenuhi kebutuhan kalori yang disarankan, yaitu 1.849 kkal.

**Keywords**— *kombinasi makanan; algoritma genetika; kebutuhan nutrisi*

## PENDAHULUAN

Gizi seimbang merupakan susunan pangan sehari – hari yang mengandung zat gizi dalam jenis dan jumlah yang sesuai dengan kebutuhan tubuh dan memperhatikan prinsip keanekaragaman pangan, aktivitas fisik, perilaku hidup bersih dan mempertahankan berat badan normal untuk mencegah masalah gizi[1]. Gizi seimbang mengandung komponen yang cukup secara kualitas dan kuantitas. Gizi seimbang mengandung berbagai zat gizi yaitu energi, protein, vitamin, dan mineral yang di perlukan untuk tumbuh. Berdasarkan data dari Departemen Kesehatan propors iberat badan lebih (overweight) pada orang dewasa umur>18 tahun 2018 sebesar 13[2]. Dan data dari Riset Kesehatan Dasar menyebutkan bahwa pada orang dewasa untuk kekurangan gizi sebesar 12,6% [3]. Hal ini menunjukkan bahwa banyak orang dewasa tidak paham dan tidak memperhatikan makanan dengan gizi yang seimbang. Akibat dari hal tersebut dapat menyebabkan obesitas dan kekurangan gizi.

Obesitas merupakan salah satu factor terjadinya Penyakit Tidak Menular (PTM) antara lain penyakit jantung, stroke, kanker, diabetes dan Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK). Kekurangan gizi atau biasa disebut mal nutrisi juga merupakan akibat dari kebutuhan gizi yang tidak seimbang.

Malnutrisi terjadi karena tubuh kekurangan gizi dalam jangka waktu yang lama. Untuk mencegah masalah tersebut dapat dilakukan dengan cara berolah raga, banyak minum air putih dan memakan makanan yang sehat. Makanan yang sehat harus memiliki kadar kalori yang cukup. Kebutuhan kalori seseorang berbeda menurut usia, tinggi badan, berat badan, jenis kelamin dan aktivitas fisik. Untuk mengetahui tingkat kebutuhan kalori berdasarkan usia, tinggi badan, berat badan, jenis kelamin dan aktivitas fisik dibuat sistem pengaturan menu makanan harian yang akan di makan pada sarapan, makan siang, dan makan malam sesuai dengan Angka Kebutuhan Gizi yang dianjurkan. Pengaturan menu makanan ini menggunakan metode Algoritma Genetika untuk memperoleh kombinasi makanan yang terbaik sehingga kebutuhan kalori dapat terpenuhi. Penggunaan algoritma genetika juga dilakukan penelitian oleh Riska Ayu Permata, Dedi Triyanto dan Ilhamsyah (2016) tentang Aplikasi Penyusunan Menu Makanan Untuk Pencegahan Hiperkolesterolemia Menggunakan Algoritma Genetika [14].

Algoritma Genetika merupakan teknik pencarian didalam ilmu komputer untuk menemukan penyelesaian perkiraan untuk optimasi dan masalah pencarian. Algoritma ini berdasarkan pada proses genetik yang ada pada makhluk hidup, yaitu perkembangan generasi sebuah populasi alami yang mengikuti prinsip seleksi alam atau siapa yang kuat dia yang akan bertahan[4]. Pada penelitian sebelumnya yang berjudul “APLIKASI PENYUSUN MENU MAKANAN UNTUK PENCEGAHAN HIPERKOLESTEROLEMIA MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA” dimana pada penelitian ini berfokus pada pengaturan menu diet makanan untuk mencegah penyakit hiperkolesterolemia[4]. Sedangkan penelitian dengan judul “OPTIMASI MENU MAKANAN UNTUK PEMENUHAN GIZI PENDERITA KANKER DENGAN ALGORITMA GENETIKA” berfokus pada pengaturan menu makanan bagi penderita kanker untuk memperbaiki status gizi saat melakukan kemoterapi[5]. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu penelitian ini berfokus untuk mengatur menu makanan untuk usia dewasa umur >18 tahun sesuai dengan usia, tinggi badan, berat badan, jenis kelamin dan aktivitas fisik sehingga dapat memperoleh berat badan ideal dan terhindar dari obesitas dan kekurangan gizi..

**BERAT BADAN IDEAL**

Berat badan ideal secara fisik dapat dilihat dan dinilai dari penampilan luar. Penilaian setiap orang tentunya berbeda, antara orang awam dengan orang yang mempunyai latar belakang medis sangat berbeda. Namun secara umum orang biasanya menilai tubuh sehat ideal, dilihat dari postur tubuh, sikap dan tutur kata serta interaksi orang tersebut dengan orang lain.

**a. Postur tubuh ideal**

Postur tubuh ideal dinilai dari pengukuran antropometri untuk menilai apakah komponen tubuh tersebut sesuai dengan standard normal atau ideal, seperti yang tercantum pada Tabel I. Pengukuran antropometri yang paling sering digunakan adalah rasio antara berat badan (kg) dan tinggi badan (m) kuadrat, yang disebut Indeks Massa Tubuh (IMT) sebagai berikut[6] :

**Berat Badan (kg)**

**IMT = -----**

**Tinggi Badan x Tinggi Badan (m)**

**TABEL I  
STATUS GIZI**

[1] <b>Jenis Kelamin</b>	[2] <b>IMT (kg/m<sup>2</sup>)</b>	[3] <b>Status Gizi</b>
[4] Laki-laki	[5] < 18	[6] Kurus
	[7] 18 - 25	[8] Normal
	[9] 25 – 27	[10] Kegemukan
	[11] > 27	[12] Obesitas
[13] Perempuan	[14] < 17	[15] Kurus
	[16] 17 - 23	[17] Normal
	[18] 23 – 27	[19] Kegemukan
	[20] > 27	[21] Obesitas

Contoh: wanita dengan tinggi badan 161 cm dan berat 58 kg

**58**  
**IMT = ----- = 22,37 (normal)**  
**1,61 x 1,61**

IMT wanita yang normal berada diantara 17 – 23. Seorang dikatakan kurus bila IMT nya < 17 dan gemuk bila IMT nya > 23. Bila IMT > 27 orang tersebut menderita obesitas dan perlu diwaspadai karena biasanya orang tersebut juga menderita penyakit degenerative seperti Diabetes Melitus, hipertensi, hiperkolesterol dan kelainan metabolisme lain yang memerlukan pemeriksaan lanjut baik klinis atau laboratorium.

Untuk mengetahui Berat Badan ideal dapat menggunakan rumus Brocca sebagai berikut :

**BB Ideal = (TB – 100) – 10% (TB – 100)**

Batas ambang yang diperbolehkan adalah 10%. Bila lebih dari 10% sudah dapat dikategorikan kegemukan dan bila diatas 20% sudah terjadi obesitas.

Contoh wanita dengan tinggi 161 cm dan berat 58 kg, berat badan idealnya jika dihitung dengan rumus di atas adalah 55 kg. Berat badan 58 kg masih dalam batas 10%, sehingga masih dapat dikategorikan normal.

**b. Kebutuhan kalori harian**

Kebutuhan kalori harian adalah jumlah kalori yang dibutuhkan oleh tubuh Anda setiap hari, untuk menjalankan fungsi utama tubuh, dan untuk melakukan aktivitas sehari-hari. Kebutuhan kalori harian ini bisa Anda gunakan sebagai acuan berapa banyak makanan yang harus Anda konsumsi per harinya. Kebutuhan kalori harian di dapat dari angka BMR yang dikalikan dengan factor aktivitas fisik.

**BMR Pria = 66 + (13,7 x berat badan) + (5x tinggi badan) – (6,8 x usia)**

**BMR Wanita = 655 + (9,6 x berat badan) + (1,8x tinggi badan) – (4,7 x usia)**

**Keterangan:**

Berat badan dalam kilogram (kg)

Tinggi badan dalam sentimeter (cm)

Untuk memenuhi kebutuhan gizi, manusia dapat mengkonsumsi berbagai macam sayur dan lauk pauk, antara lain seperti yang tercantum pada Tabel III [7].

TABEL II  
TABEL KALORI

Jenis Makanan	No.	Nama Makanan	Energi (kkal)
Sayur	1.	Tumis Daun Singkong	151
	2.	Tumis Kacang Panjang dan Jagung	118
	3.	Sayur Lodeh	61
	4.	Sayur Asam	88
	5.	Sop Bayam	78
	6.	Gudeg	132
	7.	Tumis Buncis	52
Lauk Hewani	1.	Ati Ayam Goreng	98
	2.	Bakso Sapi	260
	3.	Empal Daging	147
	4.	Ikan Lele Goreng	58
	5.	Telur Mata Sapi	40
	6.	Ikan Bandeng Goreng	181
	7.	Ikan Teri Goreng	66
Lauk Nabati	1.	Tahu Bacem	147
	2.	Tempe Bacem	157
	3.	Tahu Goreng	111
	4.	Tempe Goreng	118
	5.	Sambal Goreng Tempe	116
	6.	Tahu Sumedang	113
	7.	Tahu Isi	124
Pokok	1.	Nasi	204

ALGORITMA GENETIKA

Algoritma Genetika adalah teknik pencarian yang di dalam ilmu computer untuk menemukan penyelesaian perkiraan untuk optimisasi dan masalah pencarian. Algoritma genetika adalah kelas khusus dari algoritme evolusioner dengan menggunakan teknik yang terinspirasi oleh biologi evolusioner seperti warisan, mutasi, seleksi alam dan rekombinasi (atau *crossover*).

Algoritma genetika (AG) adalah suatu algoritma pencarian yang berbasis pada mekanisme seleksi alam dan genetika. Algoritma genetika merupakan salah satu algoritma yang sangat tepat digunakan dalam menyelesaikan masalah optimasi kompleks, yang sulit dilakukan oleh metode konvensional[7].

Tahapan-tahapan algoritma genetika adalah sebagai berikut.

a. Teknik Pengkodean

Pengkodean harus merepresentasikan individu yang akan dicari solusinya. Operator genetic harus dapat diterapkan pada sandi-sandi tersebut. Gen dapat direpresentasikan dalam bentuk biner[8].

b. Membentuk populasi awal

Membangkitkan populasi awal dipengaruhi oleh jumlah individu. Ukuran populasi dipengaruhi oleh permasalahan yang akan diselesaikan dan operator yang digunakan. Lalu lakukan inialisasi terhadap kromosom yang ada pada populasi tersebut secara acak.

Pembangkitan populasi awal dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu *random generator*, pendekatan tertentu

dan permutasi gen. Pada penelitian ini membangkitkan populasi awal dilakukan dengan *random generator*, yaitu membangkitkan populasi secara acak untuk setiap gen sesuai dengan representasi kromosom yang digunakan[9].

c. Evaluasi Nilai *Fitness*

Mengevaluasi nilai *fitness* berfungsi untuk mengukur kualitas dari sebuah solusi dan memungkinkan tiap solusi untuk dibandingkan[10]. Suatu individu dievaluasi berdasarkan suatu fungsi tertentu sebagai ukuran baik tidaknya individu tersebut. Di dalam evolusi alam, individu yang bernilai *fitness* tinggi yang akan bertahan hidup, sedangkan individu yang bernilai *fitness* rendah akan mati[11]. Pada masalah pembentukan berat badan ideal, fungsi *fitness* yang digunakan adalah

Jika Kalori, (  $K \leq Kl$  ) Maka  $K$  Tetap  
 Jika Kalori, (  $K > Kl$  ) Maka  $K - \frac{K - Kl}{10}$

Keterangan :

$K$  = Kalori setiap kromosom

$Kl$  = Kalori yang dibutuhkan perhari

d. Seleksi (Route Wheel Selection)

Operasi seleksi dilakukan dengan memperhatikan *fitness* dari tiap individu, manakah yang dapat dipergunakan untuk generasi selanjutnya. Seleksi ini digunakan untuk mendapatkan calon induk yang baik, semakin kecil nilai *fitness*nya maka semakin kecil juga kemungkinan individu tersebut terpilih. Diantaranya adalah seleksi roulette wheel. Proses seleksi yang biasa digunakan adalah mesin roulette (*roulette wheel*). Calon induk yang akan dipilih berdasarkan nilai *fitness* yang dimilikinya, semakin baik individu tersebut yang ditunjukkan dengan semakin kecil nilai *fitness*nya akan mendapatkan kemungkinan yang lebih kecil untuk terpilih sebagai induk. Misalkan saja roulette wheel merupakan tempat untuk menampung seluruh kromosom dari tiap populasi, maka kecilnya tempat dari roulette wheel tersebut menunjukkan seberapa kecil nilai *fitness* yang dimiliki oleh suatu kromosom, semakin kecil nilai *fitness* tersebut, maka semakin kecil pula tempat yang tersedia[12].

e. *Crossover*

*Crossover* adalah operator algoritma genetika yang membutuhkan parameter dua kromosom. Dua buah kromosom tersebut disebut kromosom induk. Operator ini akan menghasilkan dua buah kromosom baru. Ada beberapa jenis *crossover* yang sering digunakan dalam algoritma genetic antara lain: *One-Point Crossover* [13]. Pada metode ini yang pertama dilakukan adalah memilih dua induk yang akan di-*crossover* lalu menentukan cut point. Satu kali proses *crossover* menghasilkan satu anak. Anak hasil *crossover* akan memiliki kromosom dari induk pertama sepanjang cut point, dan mendapatkan kromosom sisanya dari induk kedua[14]. Cut point yang digunakan dalam penelitian ini adalah setelah gen ketiga pada kromosom.

f. Mutasi

Mutasi merupakan proses untuk mengubah nilai dari satu atau beberapa gen dalam suatu kromosom. Operasi mutasi yang dilakukan pada kromosom dengan tujuan untuk memperoleh kromosom-kromosom baru sebagai kandidat

solusi pada generasi mendatang dengan fitness yang lebih baik, dan lama-kelamaan menuju solusi optimum yang diinginkan. Akan tetapi untuk mencapai hal ini, penekanan selektif juga memegang peranan yang penting[15]. Jika dalam proses pemilihan kromosom-kromosom cenderung terus pada kromosom yang memiliki fitness yang tinggi saja, konvergensi premature akan sangat mudah terjadi[16].

**METODE PENELITIAN**

Pada penelitian ini, menggunakan Algoritma Genetika yang pertama kali dikenalkan oleh John Holland untuk menyelesaikan masalah optimasi pemenuhan gizi pada seorang pria yang memiliki berat badan 55 kg dan tinggi 175 cm. Tahapan algoritma genetika secara umum mirip dengan teori evolusi biologis penentuan kromosom atau individu dengan kualitas tinggi dalam suatu kawasan yang dikenal sebagai populasi. Secara umum algoritma genetika memiliki beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Pengkodean.
2. Pembentukan populasi awal.
3. Evaluasi *fitness*
4. Proses seleksi
4. Proses *crossover*
5. Proses mutasi.

Perancangan sistem pada penelitian ini dibuat berdasarkan tahapan pada algoritma genetika. Alur penyelesaian masalah optimasi menu makanan untuk berat badan ideal ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Algoritma Genetika

**A. Mencari Indeks Masa Tubuh**

Untuk menghitung indeks masa tubuh dapat dihitung dengan rumus:

$$IMT = \frac{\text{Berat Badan (kg)}}{\text{Tinggi Badan x Tinggi Badan (m)}}$$

Berdasarkan studi kasus yang kami ambil, maka penghitungannya adalah sebagai berikut :

$$IMT = \frac{55}{1,75 \times 1,75} = 17 \text{ (kurus)}$$

**B. Mencari Berat Badan Ideal**

Untuk menghitung berat badan ideal dapat dihitung dengan rumus :

$$BB \text{ Ideal} = (TB - 100) - (10\% (TB - 100))$$

Jika diimplementasikan pada studi kasus, maka penghitungannya adalah sebagai berikut :

$$BB \text{ Ideal} = (175 - 100) - (10\% (175 - 100)) = 75 - 7,5 = 67,5$$

**C. Mencari Kebutuhan Kalori Harian**

Untuk menghitung jumlah kalori yang di butuhkan dapat dihitung dengan rumus :

$$BMR \text{ Pria} = 66 + (13,7 \times \text{berat badan}) + (5x \text{ tinggi badan}) - (6,8 \times \text{usia})$$

$$BMR \text{ Wanita} = 655 + (9,6 \times \text{berat badan}) + (1,8x \text{ tinggi badan}) - (4,7 \times \text{usia})$$

Jika diimplementasikan pada studi kasus, maka penghitungannya adalah sebagai berikut :

$$BMR \text{ Pria} = 66 + (13,7 \times 55) + (5 \times 175) - (6,8 \times 22) = 1.549$$

Karena memiliki indeks masa yang tergolong kurang, maka kalori yang dibutuhkan ditambah 300 kkl untuk meningkatkan berat badan menuju berat badan ideal .

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pertama-tama, dilakukan pengkodean. Untuk tiap menu makanan yang tercantum pada tabel III, kami mengubah nomor urutnya dari bilangan desimal menjadi bilangan biner. Contohnya menu dengan nomor urut 5, maka memiliki bilangan biner 101.

Kemudian kami membentuk populasi awal secara acak. Tiap kromosom pada populasi awal terdiri dari tiga waktu makan, dan tiap waktu makan terdiri dari tiga jenis makanan, sebagaimana tertera pada Tabel III.

TABEL III  
POPULASI AWAL

Kromosom	Makan Pagi				Makan Siang				Makan Malam				KALORI	FITNES	PROB FITNESS	FITNESS NUM
1	011	001	100	010	011	100	001	010	001	101	010	001	914	914	0,083	8
2	100	001	111	000	110	110	101	110	100	100	100	100	974	974	0,093	5
3	100	111	001	010	010	010	010	010	111	011	011	011	1.190	1.190	0,113	3
4	111	010	010	011	011	110	010	011	001	101	001	001	1.126	1.126	0,107	4
5	001	100	011	001	001	101	101	011	001	101	010	010	974	974	0,093	5
6	100	100	100	111	110	001	100	111	100	111	100	100	958	958	0,087	6
7	111	011	100	010	011	001	011	010	010	101	010	010	1.126	1.126	0,107	4
8	001	100	011	001	001	101	101	000	111	111	111	111	814	814	0,076	8
9	001	100	010	011	001	011	100	011	110	110	110	110	984	984	0,089	9
10	010	110	001	011	010	011	110	100	101	101	101	101	1.184	1.184	0,113	10

Kemudian diseleksi. Awalnya dibangkitkan bilangan acak sebanyak populasi, hasilnya tertera di Tabel IV.

TABEL IV  
BILANGAN ACAK

NO	Bil.acak	NO	Bil.acak	NO	Bil.acak	NO	Bil.acak	NO	Bil.acak
1	0,791	2	0,495	3	0,313	4	0,195	5	0,697
6	0,528	7	0,206	8	0,107	9	0,190	10	0,807

Kemudian dilakukan pengurutan tiap kromosom berdasarkan kedekatannya dengan hasil bilangan acak. Contohnya bilangan acak 0,791 paling dekat dengan kromosom 8, sehingga kromosom 8 menempati urutan pertama, begitu juga seterusnya, hingga terbentuk populasi seperti tercantum pada Tabel V.

TABEL V  
POPULASI PASCA SELEKSI

Kromosom	Bentuk Biner										kalori	fitnes	prob fitnes	asal
1	001	100	011	101	001	101	100	111	111	814	914	0,083	8	
2	001	100	011	101	001	101	011	101	010	974	974	0,093	5	
3	110	111	001	010	010	010	111	011	011	1.190	1.190	0,113	3	
4	110	101	111	100	110	101	101	100	100	935	958	0,087	6	
5	111	011	100	010	111	001	011	010	010	1.126	1.126	0,107	4	
6	110	100	101	111	110	001	100	111	100	958	958	0,087	6	
7	111	010	010	011	111	110	010	011	001	1.121	1.121	0,101	4	
8	011	001	101	011	111	110	010	011	001	1.216	1.216	0,110	1	
9	001	100	010	011	001	011	100	011	110	984	984	0,089	9	
10	010	110	001	011	010	011	110	100	101	1.184	1.184	0,113	10	

Kemudian dilakukan *crossover*, dengan peluang *crossover* adalah 0,40. Terlebih dahulu membangkitkan bilangan acak sebanyak populasi untuk menentukan kromosom mana yang akan di-*crossover*, hasilnya tertera pada Tabel VI.

TABEL VI  
BILANGAN ACAK

NO	Bil.acak	NO	Bil.acak	NO	Bil.acak	NO	Bil.acak	NO	Bil.acak
1	0,056	2	0,045	3	0,513	4	0,095	5	0,797
6	0,028	7	0,564	8	0,472	9	0,490	10	0,907

Terpilih kromosom 1, 2, 4, dan 6, karena memiliki bilangan acak kurang dari 0,40. *Crossover* dilakukan setelah posisi ketiga dalam kromosom, seperti yang terlihat pada Tabel VII.

TABEL VII  
HASIL CROSSOVER

1	001	100	011	101	001	101	011	101	010
2	001	100	011	101	001	101	100	111	111
4	110	101	111	111	110	001	100	111	100
6	110	100	101	100	110	101	101	100	100

Setelah dilakukan *crossover*, maka kromosom 1, 2, 4, dan 6 memiliki nilai fitness yang lebih besar dari sebelumnya, seperti terlihat di Tabel VIII.

TABEL VIII  
POPULASI HASIL CROSSOVER

Kromosom	Bentuk Biner										kalori	fitnes	prob fitnes	asal
1	001	100	011	101	001	101	100	111	111	914	914	0,083	8	
2	001	100	011	101	001	101	011	101	010	1.237	1.237	0,112	5	
3	110	111	001	010	010	010	111	011	010	1.190	1.190	0,108	3	
4	110	101	111	100	110	101	101	100	100	1.121	1.121	0,101	2	
5	111	011	100	010	010	010	111	011	011	1.126	1.126	0,102	7	
6	110	100	101	111	110	001	100	111	100	958	958	0,087	6	
7	111	010	010	010	011	100	001	010	001	1.121	1.121	0,101	4	
8	011	001	101	011	111	110	010	011	001	1.216	1.216	0,110	1	
9	001	100	010	011	001	011	100	011	110	984	984	0,089	9	
10	010	110	001	011	010	011	110	100	101	1.184	1.184	0,107	10	

Selanjutnya dilakukan mutasi dengan peluang mutasi 0,01, dengan terlebih dulu membangkitkan nilai acak sebanyak empat untuk masing-masing kromosom, karena pada mutasi ini hanya akan melakukan mutasi pada empat bit pertama kromosom, hasil pembangkitan tertera pada Tabel IX.

TABEL IX  
BILANGAN ACAK

NO	Bil.acak	NO	Bil.acak	NO	Bil.acak	NO	Bil.acak
<b>Kromosom 1</b>							
1	0,056	2	0,045	3	0,513	4	0,095
<b>Kromosom 2</b>							
1	0,056	2	0,045	3	0,513	4	0,095
<b>Kromosom 3</b>							
1	0,056	2	0,045	3	0,513	4	0,095
<b>Kromosom 4</b>							
1	0,056	2	0,045	3	0,513	4	0,095
<b>Kromosom 5</b>							
1	0,056	2	0,045	3	0,000	4	0,095
<b>Kromosom 6</b>							
1	0,056	2	0,765	3	0,453	4	0,234
<b>Kromosom 7</b>							
1	0,056	2	0,045	3	0,000	4	0,095
<b>Kromosom 8</b>							
1	0,056	2	0,045	3	0,513	4	0,095
<b>Kromosom 9</b>							
1	0,056	2	0,045	3	0,513	4	0,095
<b>Kromosom 10</b>							
1	0,000	2	0,045	3	0,056	4	0,095

Terpilihlah bit ketiga pada kromosom 5 dan 6, serta bit pertama pada kromosom kesepuluh, karena memiliki nilai lebih kecil dari peluang mutasi. Hasil mutasi dapat dilihat di Tabel X.

TABEL X  
POPULASI HASIL MUTASI

Kromosom	Berbentuk fitness								kalori	fitness	prob fitness	asal	
1	001	100	011	101	001	101	100	111	111	914	934	0,081	8
2	001	100	011	101	001	101	011	101	010	1.237	1.237	0,110	5
3	110	111	001	010	111	001	011	010	010	1.190	1.190	0,106	3
4	110	101	111	100	110	101	101	100	100	1.121	1.121	0,100	2
5	110	011	100	010	010	010	111	011	011	1.206	1.206	0,107	7
6	110	100	101	111	110	001	100	111	100	958	958	0,085	6
7	110	010	010	010	011	100	001	010	001	1.201	1.201	0,107	4
8	011	001	101	011	111	110	010	011	001	1.216	1.216	0,108	1
9	001	100	010	011	001	011	100	011	110	984	984	0,088	9
10	110	110	001	011	010	011	110	100	101	1.198	1.198	0,107	10
											11.225		1

KESIMPULAN

Dari penghitungan di atas, dapat diperoleh statistik sebagaimana tercantum pada Tabel XI.

TABEL XI  
STATISTIK HASIL

Generasi ke	Fitness Terbaik	Fitness Terburuk	Rata-rata
1.	1.216	814	1.035
2.	1.237	914	1.123

Dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan rata-rata jumlah kalori dari generasi pertama ke generasi kedua, sebesar 88 kkal. Sehingga dapat disimpulkan bahwa generasi kedua

menghasilkan individu-individu yang lebih baik dibandingkan dengan generasi sebelumnya. Dengan tiap menu makanan dikonsumsi bersamaan dengan nasi sebanyak tiga kali dan total kalori nasi sebesar 612 kkal, maka dari generasi kedua terdapat kromosom 2 yang memiliki nilai kalori 1.849 kkal, sesuai dengan kebutuhan gizi yang dianjurkan. Pada generasi sebelumnya, tidak terdapat menu makanan yang memenuhi kebutuhan gizi yang dianjurkan.

Pada penelitian selanjutnya, penghitungan ini dapat dilanjutkan untuk menemukan lebih banyak kombinasi makanan yang memiliki nilai kalori yang lebih tinggi atau sama dengan 1.849 kkal.

REFERENSI

- [1] Direktorat Jenderal Bina Gizi dan KIA, *Pedoman Gizi Seimbang*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI, 2014.
- [2] KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA, "HASIL UTAMA RISKESDAS 2018." 2018.
- [3] Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI, "Riset Kesehatan Dasar." 2010.
- [4] R. A. Permata and D. Triyanto, "APLIKASI PENYUSUN MENU MAKANAN UNTUK PENCEGAHAN HIPERKOLESTEROLEMIA MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA," vol. 04, p. 11, 2016.
- [5] D. Airyn, I. Cholissodin, and B. D. Setiawan, "Optimasi Menu Makanan Untuk Pemenuhan Gizi Penderita Kanker Dengan Algoritme Genetika," p. 8.
- [6] Direktorat Jenderal Bina Kesehatan Masyarakat, *Pedoman Praktis Terapi Gizi Medis*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI, 2003.
- [7] Muliadi, "PEMODELAN ALGORITMA GENETIKA PADA SISTEM PENJADWALAN PERKULIAHAN PRODI ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT," *Kumpulan jurnal Ilmu Komputer (KLIK)*, vol. 01, no. 01, p. 12, Sep. 2014.
- [8] N. I. Widiastuti, "ALGORITMA GENETIK PADA MASALAH TATA LETAK MESIN DENGAN PENGKODEAN KROMOSOM UNTUK UKURAN MESIN YANG BERBEDA-BEDA," p. 8.
- [9] R. A. Permata and D. Triyanto, "APLIKASI PENYUSUN MENU MAKANAN UNTUK PENCEGAHAN HIPERKOLESTEROLEMIA MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA," vol. 04, p. 11, 2016.
- [10] Z. Michalewicz, *Genetic Algorithms + Data Structures*, Evolution Programs. Verlag: Springer, 1996.
- [11] S. Bali, "PENERAPAN METODE ALGORITMA GENETIKA UNTUK PENJADWALAN MENGAJAR," vol. 8, no. 1, p. 8, 2017.
- [12] Samaher and W. F. Mahmudy, "PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA UNTUK MEMAKSIMALKAN LABA PRODUKSI JILBAB," *Journal of Environmental Engineering & Sustainable Technology*, vol. 2, no. 1, pp. 06–11, Jul. 2015.
- [13] N. L. A. Ayuningrum and F. Y. Saptaningtyas, "IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA DENGAN VARIASI CROSSOVER DALAM PENYELESAIAN CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH TIME WINDOWS (CVRPTW) PADA PENDISTRIBUSIAN AIR MINERAL," p. 11.
- [14] Riska Ayu Permata, Dedi Triyanto, Ilhamsyah, APLIKASI PENYUSUN MENU MAKANAN UNTUK PENCEGAHAN HIPERKOLESTEROLEMIA MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA, *Jurnal Coding Sistem Komputer Untan ISSN: 2338-493X Volume 04, No.2 (2016), hal. 96-106*