

Optimalisasi Menu Makan Diet Sehat Menggunakan Algoritma Genetika

William Faisal Mustafa*, Esmeralda C. Djamal, Rezki Yuniarti

Jurusan Informatika, Fakultas MIPA

Universitas Jenderal Achmad Yani

Jl. Terusan Jenderal Sudirman, Cimahi

william22fm@gmail.com*, esmeraldacd@yahoo.com, rezkiy@gmail.com

Abstrak—Diet sering disalahartikan oleh kebanyakan orang, pengertian diet yang sebenarnya adalah pengaturan pola makan untuk membentuk tubuh ideal. Selain pengaturan pola makan, kandungan gizi dari makana juga harus diperhatikan. Algoritma Genetika dipilih karena mampu menghasilkan solusi yang memenuhi kriteria tanpa harus mengevaluasi seluruh kemungkinan solusi yang ada, adapun penelitian terdahulu menggunakan Algoritma Genetika untuk menentukan menu makan pada penderita diabetes mellitus. Metode ini memungkinkan diperoleh penyusunan menu makan yang memenuhi aturan yang ditetapkan dari semua kombinasi yang ada tanpa perlu mencoba seluruh hasil yang tersedia. Penyusunan menu makan berdasarkan kebutuhan adalah yang paling baik. Penelitian ini membangun sistem yang dapat merekomendasikan penentuan menu makan selama 30 hari dengan 3 kali makan dalam satu hari dan mempertimbangkan 4 jenis gizi yang terdapat dari 450 makanan. Sehingga didapatkan 450 pangkat 90 kombinasi kemungkinan menu yang dapat bentuk. Penggunaan algoritma genetik bermula dari pembangkitan populasi awal sebagai, evaluasi nilai kecocokan dari kriteria yang ditetapkan, persilangan dan mutasi yang terus berulang hingga mendapatkan solusi yang optimal. Jumlah pelanggaran dari hasil pengujian sistem ini adalah 0 gen dengan parameter masukan jumlah maksimum generasi 10000 dan jumlah konvergen 1000 dengan waktu 70ms. Hasil penelitian ini adalah menu makan diet sehat.

Kata kunci— Algoritma Genetika; diet sehat; mutasi; optimalisasi, persilangan.

I. PENDAHULUAN

Makanan merupakan salah satu hal utama untuk menunjang tubuh dalam melakukan berbagai aktivitas. Terlalu banyak mengkonsumsi satu jenis makanan tanpa mengimbangnya dengan makanan lain, bisa mengakibatkan hal yang fatal terhadap tubuh. Pola makan tidak sehat seperti memakan makanan instan ataupun *junk food* bisa memicu berbagai macam penyakit, seperti kolesterol, diabetes, darah tinggi dan lain sebagainya. Kesadaran masyarakat Indonesia akan pentingnya menjaga pola makan sehat masih sangat rendah. Masyarakat lebih cenderung memilih makanan yang mengenyangkan dan memiliki rasa yang nikmat tanpa menghiraukan kandungan gizi yang terkandung dalam makanan yang dikonsumsi.

Diet merupakan salah satu cara menjaga pola makan yang sehat. Diet adalah mengatur jumlah makanan yang dikonsumsi oleh seseorang. Diet bukanlah semata-mata diet rendah lemak

ataupun diet rendah karbohidrat. Yang terpenting adalah pembagian proporsi yang seimbang antara berbagai kandungan nutrisi pada makanan yang dikonsumsi dengan kebutuhan tubuh.

Algoritma Genetika dipilih mengingat dapat memperoleh solusi yang memenuhi syarat dari kombinasi yang ada, tanpa harus mencoba keseluruhan kemungkinan solusi. Keberhasilan Algoritma Genetika dalam memperoleh solusi, sangat sensitif terhadap pemilihan atribut yang relevan terhadap kriteria, perancangan struktur kromosom yang mewakili satu solusi, dan membuat fungsi matematik atau fungsi kecocokan.

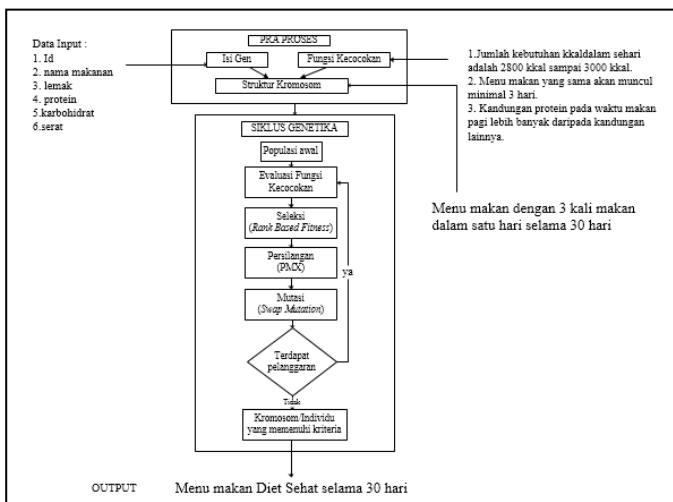
Beberapa penelitian menggunakan Algoritma Genetika mengenai komposisi makanan bagi penderita diabetes mellitus[1], komposisi bahan pangan untuk diet penderita ginjal dan saluran kemih[2], komposisi makanan untuk penderita kolesterol[3], aplikasi penyusunan menu makanan untuk pencegahan hiperkolesterolemia[4].

Penelitian ini membuat sistem untuk optimalisasi menu makan sesuai kebutuhan gizi sesuai dengan pengguna dalam jangka waktu 1 bulan atau 30 hari. Dalam satu hari ditetapkan 3 kali makan selama 30 hari dan terdapat 150 jenis makanan dengan 3 porsi dari setiap makanan maka terdapat 450⁹⁰ kemungkinan solusi yang dapat dihasilkan.

II. METODE

Algoritma Genetika merupakan metode pencarian solusi yang sesuai dengan kriteria dari banyak kemungkinan kombinasi solusi yang ada, tanpa harus menguji satu-persatu. Solusi dinyatakan dalam bentuk kromosom, yang terdiri dari gen-gen dengan urutan berdasarkan kode ruang, waktu atau posisi. Semua kemungkinan solusi dinyatakan dalam susunan kromosom dengan panjang dan kode gen yang tetap. Pemilihan atribut yang tepat akan memberikan keberhasilan pada Algoritma Genetika dalam memperoleh solusi.

Penelitian ini menjadwalkan menu makan diet sehat dalam 30 hari dan setiap harinya terdiri dari tiga kali makan. Terdapat enam tahap yang dilakukan pada penelitian ini. Tahap pertama yaitu identifikasi atribut dan kriteria, tahap kedua pra proses siklus Algoritma Genetika pembuatan sistem penjadwalan menu makan. Tahap ketiga pembuatan siklus Algoritma Genetika untuk sistem penjadwalan yang diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Sistem optimalisasi penjadwalan

Terdapat tiga tahap yang dilakukan pada praproses Algoritma Genetika, yaitu pengkodean isi gen yang didapat dari data input berupa ID makanan. Representasi struktur kromosom dan pembuatan fungsi kecocokan berdasarkan pada kriteria penjadwalan dan aturan yang dibuat. Tahap pertama adalah identifikasi atribut dan kriteria dalam menyusun penjadwalan menu makan diet sehat.

Tahap ke dua adalah praproses pembuatan sistem penjadwalan. Pada tahap ini terdiri dari proses pembuatan struktur kromosom, pembentukan struktur kromosom dibentuk dengan jumlah makan sebanyak tiga kali yang dijadwalkan dalam 30 hari. Selanjutnya membangun fungsi kecocokan yang dilakukan dengan menentukan kriteria pelanggaran. Pembangkitan populasi awal dilakukan pada setiap susunan gen dengan daftar isi gen yang dibangkitkan secara acak atau *random*.

Tahap ke tiga adalah proses Algoritma Genetika yang diawali dengan pembangkitan populasi awal secara acak. Kemudian setiap individu dievaluasi fungsi kecocokan, lalu diseleksi sehingga menjadi setengah dari populasi awal. Teknik seleksi yang digunakan yaitu teknik seleksi Rank Based Fitness. Lalu, individu yang terpilih seleksi dilakukan proses persilangan antar dua individu, sehingga menghasilkan individu baru. Teknik persilangan yang digunakan yaitu PMX (Partially Mapped Crossover) yang mencegah gen yang sama pada satu kromosom. Lalu setiap individu mengalami perubahan isi pada individu yang sama yang disebut mutasi. Teknik mutasi yang digunakan yaitu Swapping Mutation yang dilakukan dengan cara menukar dua posisi gen yang terpilih secara acak.

Pada proses evaluasi fungsi kecocokan, seleksi, persilangan, dan mutasi akan terus berulang sampai salah satu kriteria penghentian generasi terpenuhi, yaitu nilai kecocokan berturut-turut sama pada 1000 generasi sebelumnya atau mencapai maksimal generasi sebanyak 1000 generasi. Sehingga, individu dari generasi terakhir menjadi individu yang memenuhi kriteria yang dinyatakan sebagai solusi yang optimal, yaitu menu makan selama 30 hari tahap ke empat adalah perancangan dan pembuatan perangkat lunak dengan

memperhatikan evaluasi nilai fungsi kecocokan dari sistem yang terjadi berdasarkan kebutuhan penjadwalan, dengan operator seleksi, persilangan dan mutasi.

Daftar makanan yang dijadwalkan berjumlah 150 makanan dengan masing-masing makanan tiga porsi makanan yang selanjutnya menjadi tabel daftar makanan berisikan id, nama makanan, protein, karbohidrat, lemak, dan serat seperti pada Tabel 1.

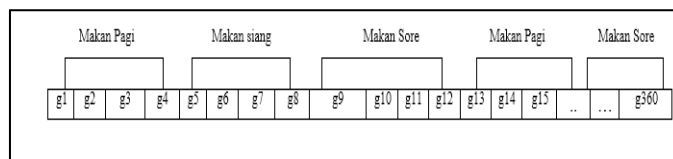
Tabel 1. DAFTAR MAKANAN

Id	Nama Makanan	Kandungan			
		P	K	L	S
1.	Tahu	16,3	1,4	19,4	7,8
2.	Nasi putih 1 porsi	45,2	13,9	26,3	0
3.	Nasi putih ½ porsi	34,0	1,5	16,0	0
...
...
450	Pecel lele	34,0	1,5	16,0	1,1

A. Representasi Struktur Kromosom

Representasi struktur kromosom merupakan proses penyelesaian masalah, di mana suatu permasalahan dapat dikodekan ke dalam kromosom[1]. Algoritma Genetika memiliki beberapa jenis representasi kromosom untuk permasalahan yang berbeda, seperti representasi biner, integer, real dan permutasi. Representasi kromosom yang digunakan pada penelitian ini adalah integer bilangan positif dan permutasi.

Representasikan kromosom pada penelitian ini mewakili menu makan selama 30 hari dengan 3 kali makan dalam satu hari dan 4 makanan dalam 1 kali makan, maka panjang kromosom sebanyak 360 gen. Setiap gen berisikan id makanan. Makanan yang mengisi kromosom dibangkitkan secara acak. Representasi struktur kromosom, seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Representasi Struktur Kromosom

B. Pembangkitan Populasi Awal

Populasi awal dibangkitkan dengan mengambil delapan kromosom yang dimasukkan ke dalam satu populasi dalam setiap generasinya. Susunan dalam kromosom tersebut merupakan rangkaian yang berbeda pada setiap kromosomnya, dengan isi gen berupa nilai yang diambil secara acak. Pada penelitian ini, dibangkitkan dalam satu populasi sebanyak 8 kromosom dengan panjang kromosom sebanyak 360 gen, seperti pada Gambar 3.

Kromosom	Menu Makan									
	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	...	g360	
Kromosom 1	12	3	11	15	48	17	21	...	41	
Kromosom 2	20	78	1	19	30	28	40	...	46	
Kromosom 3	140	91	13	89	87	80	54	...	35	
Kromosom 4	130	41	33	19	37	87	52	...	55	
Kromosom 5	125	93	25	79	57	85	51	...	53	
Kromosom 6	15	10	4	17	15	8	9	...	12	
Kromosom 7	41	19	31	98	78	60	45	...	75	
Kromosom 8	67	78	151	36	92	71	63	...	88	

Gambar 3. Pembangkitan Populasi Awal

C. Membangun Fungsi Kecocokan

Fungsi kecocokan adalah nilai yang dimiliki oleh masing-masing individu yang berguna untuk menentukan tingkat kesesuaian individu terhadap kriteria yang ditentukan[5]. Pada penelitian ini, sebelumnya menghitung terlebih dahulu nilai total jarak keseluruhan pada setiap individu. Kemudian pada fungsi kecocokan dibangun menggunakan fungsi pengurangan dengan memberikan nilai maksimum yang sudah ditentukan yaitu 1000, karena apabila nilai total jarak yang dihasilkan kecil maka nilai kecocokan yang dihasilkan akan besar dan sebaliknya apabila nilai total jarak yang dihasilkan besar, maka nilai kecocokan yang dihasilkan akan kecil. Fungsi kecocokan yang dibangun, seperti pada Persamaan 1.

$$F = \sum_{x=1}^m \sum_{i=1}^n f_i(x) \quad (1)$$

Keterangan:

F = jumlah pelanggaran dari setiap kromosom,

f_i = menyatakan aturan ke- i ,

x = menyatakan gen,

i = menyatakan aturan,

m = menyatakan jumlah gen satu kromosom sebanyak 360,

n = menyatakan jumlah aturan sebanyak 3.

D. Seleksi

Proses seleksi adalah proses untuk menyaring calon generasi yang baru[1]. Semakin besar nilai kecocokan yang dihasilkan pada individu maka kemungkinan besar individu terpilih menjadi induk. Teknik seleksi pada penelitian ini menggunakan teknik Rank Based Fitness. Teknik seleksi ini dilakukan dengan cara mengurutkan nilai kecocokan terbesar hingga terkecil dari individu pada populasi. Kemudian individu pada populasi diambil empat individu dengan nilai kecocokan terbesar.

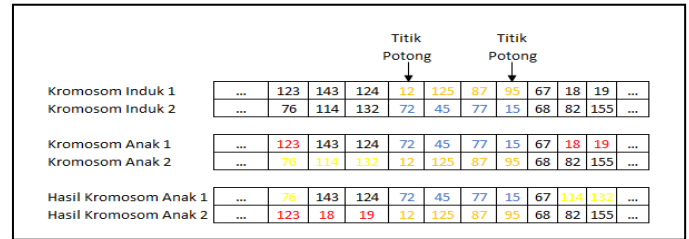
E. Persilangan

Teknik persilangan yang digunakan adalah teknik persilangan Partially Mapped Crossover (PMX), karena dapat mencegah adanya gen ganda pada suatu individu[6]. Teknik persilangan PMX dapat dilihat pada Gambar 4.

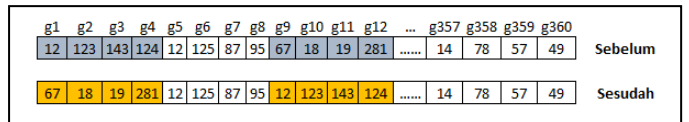
F. Mutasi

Mutasi adalah proses operator genetika yang menghasilkan individu baru dengan melakukan perubahan acak pada satu individu. Pada penelitian ini, teknik mutasi yang digunakan adalah Swapping Mutation.

Teknik ini diawali dengan memilih dua posisi gen secara acak, kemudian menukarkan dua nilai gen pada posisi tersebut. Teknik Swapping Mutation dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Persilangan PMX



Gambar 5. Swapping Mutation

G. Penghentian Generasi

Penghentian generasi merupakan proses yang menyatakan kondisi berhentinya generasi dalam proses Algoritma Genetika. Pada penelitian ini, terdapat tiga kondisi dalam penghentian generasi, diantaranya:

1. Apabila nilai fungsi kecocokan berturut-turut tidak mengalami perubahan atau konvergen (tetap) pada 1000 dan 5000 generasi sebelumnya.
2. Apabila sudah mencapai nilai maksimal generasi yang sudah ditentukan sebanyak 10000 generasi.
3. Apabila jumlah pelanggaran mencapai nol.

Apabila salah satu di antara dua kondisi yang dibuat terpenuhi, maka kromosom pada generasi terakhir tersebut dinyatakan sebagai solusi yang optimal atau memenuhi kriteria.

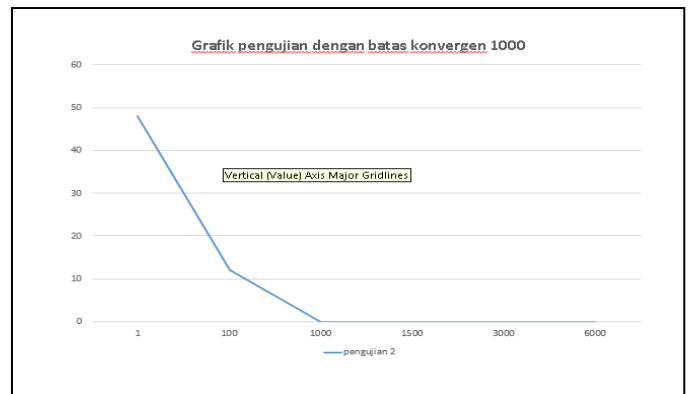
III. HASIL DAN DISKUSI

Pada penelitian ini, dilakukan dua kondisi di mana masing-masing dilakukan pengujian 10 kali. Pada kondisi pertama masukan parameter penghentian generasi untuk maksimal generasi sebanyak 10000 generasi dan batas nilai kecocokan berturut-turut sama pada sebelumnya (konvergen) sebanyak 1000 generasi, sedangkan kondisi yang kedua masukan parameter penghentian generasi untuk maksimal generasi sebanyak 10000 generasi dan batas nilai kecocokan berturut-turut sama pada sebelumnya (konvergen) sebanyak 5000 generasi. Hasil pengujian pertama dapat dilihat pada dan hasil pengujian ke dua dapat dilihat pada Gambar 6.

Dari 10 kali uji yang dilakukan, 9 uji berhenti memproses ketika jumlah pelanggaran berturut-turut sama (konvergen) pada 1000 generasi sebelumnya. Nilai rata-rata yang dihasilkan dari 10 kali uji untuk jumlah generasi sebesar 1338.4 dan waktu proses selama 1037 ms. Sedangkan pengujian yang menghasilkan generasi terbaik terdapat pada uji ke-2 dengan jumlah pelanggaran nol berhenti pada evolusi ke-242 dengan waktu proses sebesar 70ms. Grafik uji ke-2 dapat dilihat pada Gambar 7.

No	Iterasi	Jumlah pelanggaran										Rata-rata
		Pengujian ke-										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1	52	48	50	49	53	50	52	54	52	50	51
2	100	13	12	20	8	16	18	17	22	20	19	16.5
3	1000	-	-	10	2	1	11	12	9	20	6	8
4	1500	10	-	10	-	-	-	-	-	-	5	8.3
5	3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	6000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Evolusi berhenti		1597	242	1657	1206	1206	1155	1170	1489	1099	2338	1338.4
Waktu Proses		3000 ms	70 ms	1000 ms	1000 ms	1000 ms	1000 ms	1000 ms	1000 ms	300 ms	1000 ms	1037 ms

Gambar 6. Hasil Pengujian Maksimum Konvergen 1000



Gambar 9. Grafik Uji ke-8 Maksimum Konvergen 5000



Gambar 7. Grafik Uji ke-2 Maksimum Konvergen 1000

Hasil pengujian ke dua dengan kondisi maksimum konvergen 5000 dapat dilihat pada Gambar 8.

No	Iterasi	Jumlah pelanggaran										Rata-rata
		Pengujian ke-										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1	48	50	49	48	52	51	50	44	44	52	48.5
2	100	15	12	15	15	20	13	20	6	13	25	15.4
3	1000	1	1	6	3	20	1	1	-	1	1	3.888889
4	1500	1	1	5	3	20	1	1	-	1	1	3.777778
5	3000	1	1	5	3	20	1	1	-	1	1	3.777778
6	6000	-	-	5	-	11	-	-	-	-	-	8
Evolusi berhenti		5390	5251	6204	5395	8552	5652	5349	365	5212	5610	5298
Waktu Proses		3000 ms	4000 ms	4000 ms	3000 ms	4000 ms	3000 ms	3000 ms	300 ms	3000 ms	3000 ms	3030 ms

Gambar 8. Hasil Pengujian Maksimum Konvergen 5000

Dari 10 kali uji yang dilakukan, 9 uji berhenti memproses ketika jumlah pelanggaran berturut-turut sama (konvergen) pada 5000 generasi sebelumnya. Nilai rata-rata yang dihasilkan dari 10 kali uji untuk jumlah generasi sebesar 5298 dan waktu proses selama 3030 ms. Sedangkan pengujian yang menghasilkan generasi terbaik terdapat pada uji ke-8 dengan jumlah pelanggaran nol berhenti pada evolusi ke-365 dengan waktu proses sebesar 300ms. Grafik pengujian ke-8 dapat dilihat pada Gambar 9.

Pada uji yang dilakukan terdapat pengujian yang menghasilkan nilai jumlah generasi yang besar dan waktu proses yang lama, dengan jumlah pelanggaran yang dihasilkan kecil, terdapat pengujian yang lain menghasilkan nilai jumlah generasi kecil dan waktu proses cepat menghasilkan jumlah pelanggaran yang lebih kecil. Sehingga pada 2 pengujian, nilai jumlah generasi yang dihasilkan besar dan waktu proses lama, menghasilkan jumlah pelanggaran yang kecil, namun tidak semua mencapai pelanggaran nol. Hal ini disebabkan karena, pada generasi pertama jumlah pelanggaran yang dihasilkan besar, sehingga untuk menuju solusi yang optimal akan membutuhkan waktu yang berbeda-beda untuk mendapatkan jumlah pelanggaran yang kecil dikarenakan populasi awal yang terbentuk berbeda-beda. Tetapi generasi pertama yang menghasilkan jumlah pelanggaran kecil tidak menjamin akan menjadi solusi. Hasil proses optimalisasi yang memenuhi kriteria direpresentasikan dalam bentuk solusi dari salah satu pengujian, seperti pada Gambar 10.

No	Nama Makanan	Lenak	Protein	Karbohidrat	Serat	Jumlah Kkal
----- Hari Ke -1-----						
MAKAN PAGI-----						
1	1 porsi (240 gr) rendang	26.57	47.33	10.78	4.2	468.0
2	1 porsi (125 gr) tempe bacem	15.5	18.64	11.16	0.2	244.0
3	1 mangkok kepiting ganggang	7.36	22.31	0.13	0.0	160.0
4	1 mangkok jus wortel	0.35	2.24	21.92	1.9	94.0
MAKAN SIANG-----						
5	1 porsi ikan sarden kalengan	9.73	20.93	0.0	0.0	177.0
6	100 gr kerang rebus	3.09	16.18	2.33	0.0	106.0
7	oatmeal dengan buah 100 gr	0.98	2.64	16.16	1.8	81.0
8	1 mangkok irisan sosis daging sapi	40.13	15.24	5.31	0.0	448.0
MAKAN SORE-----						
9	1 mangkok telur dadar dengan jamur	16.75	16.85	5.42	1.2	241.0
10	spaghetti gandum utuh 100 gr	0.54	5.35	26.54	4.5	124.0
11	1 mangkok salad telur	67.18	20.42	4.28	0.0	706.0
12	1 mangkok buncis	0.13	2.0	7.84	3.7	34.0
----- Hari Ke -2-----						
MAKAN PAGI-----						
13	100 gr kacang mete	47.77	16.84	30.16	3.3	581.0
14	kacang kedelai 1 mangkok	23.62	32.75	31.2	16.5	438.0
15	1 porsi pepes tahu	4.25	6.35	3.99	1.2	75.0
16	1 porsi dadu gado	18.56	18.0	27.08	7.5	325.0
MAKAN SIANG-----						
17	spagetti gandum utuh 1 pound	2.45	24.18	120.39	20.4	562.0
18	mangga100gr	0.27	0.51	17.0	1.8	65.0
19	1 cangkir dada ayam panggang cincang/ potong dadu	5.0	45.43	0.0	0.0	231.0
20	1 mangkok udi jalar rebus	0.46	4.49	38.12	8.2	249.0
MAKAN SORE-----						
21	Pisang ablon	0.3	1.0	24.0	0.6	92.0
22	nasi merah dimasak 100 gr	0.83	2.32	23.51	1.8	112.0
23	1 porsi telur rebus	5.28	6.26	0.56	0.0	77.0
24	100 gr otak goreng	3.98	9.96	28.59	2.6	189.0
----- Hari Ke -3-----						
MAKAN PAGI-----						
25	1 porsi mi goreng	5.12	45.05	0.0	0.0	200.0
26	100 gr kacang merah rebus	0.5	8.67	22.8	6.4	127.0
27	1 mangkok salmon panggang	10.28	32.6	0.67	0.0	235.0
28	1 porsi jus apel	0.2	0.11	21.72	0.2	87.0
MAKAN SIANG-----						
29	blueberry mangkok	0.48	1.07	21.01	3.5	83.0
30	1 mangkok udang goreng	18.89	13.65	35.37	1.5	371.0
31	100 gr perkedel jagung	15.44	5.33	27.01	2.8	260.0
32	kacang almond 1 mangkok	15.44	72.42	30.4	28.23	827.0

Gambar 10. Hasil Solusi yang Memenuhi Kriteria

Penelitian ini telah menghasilkan sebuah sistem optimalisasi menu makan diet sehat menggunakan Algoritma Genetika. Hasil akhir dari sistem ini adalah terbentuknya jadwal menu makan dalam 30 hari. Sistem ini menggunakan atribut jumlah makanan sebanyak 450 makanan dan 3 kali makan dalam sehari dalam 30 hari, maka terdapat 360 waktu makan. Pada penelitian ini dilakukan pengujian sebanyak 10000 kali iterasi dengan pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dengan 2 jumlah konvergen yang berbeda. Sistem menghasilkan jumlah gen yang melanggar terkecil sebanyak 0 gen berhenti pada evolusi ke-242 dengan waktu proses selama 70 ms pada percobaan ke-2 pada maksimum konvergen sebanyak 1000, sedangkan pada maksimum konvergen sebanyak 5000 dengan jumlah gen yang melanggar terkecil sebanyak 0 gen berhenti pada evolusi ke-365 dengan waktu proses selama 300 ms pada percobaan ke-8. Setiap pengujian sistem mengeluarkan solusi berbeda karena algoritma genetika membangun populasi awal dengan acak, namun dapat memberikan solusi yang memenuhi kriteria/aturan.

- [1] A. Rianawati and W. F. Mahmudy, "Implementasi Algoritma Genetika untuk Optimasi Komposisi Makanan Bagi Penderita Diabetes Melitus", *Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya*, vol. 5, 2015.
- [2] S. Uyun and S. Hartati, "Penentuan Komposisi Bahan Pangan untuk Diet Penderita Ginjal dan Saluran Kemih dengan Algoritma Genetika", *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)*, pp. 27-32, 2011.
- [3] N. Wahid and W. F. Mahmudi, "Optimasi Komposisi Makanan untuk Penderita Kolesterol Menggunakan Algoritma Genetika", *Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya*, vol. 5, 2015.
- [4] R. A. Permata, D. Triyanto and Ilhamsyah, "Aplikasi Penyusunan Menu Makanan untuk Pencegahan Hiperkolesterolemia Menggunakan Algoritma Genetika", *Coding Sistem Komputer Untan*, vol. 4, pp. 96-106, 2016.
- [5] R. Sulistiyorini and W. F. Mahmudy, "Penerapan Algoritma Genetika untuk Permasalahan Optimasi Distribusi Barang Dua Tahap", *Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya*, vol. 5, no. 12, pp. 1-12, 2015.
- [6] D. A. Suprayogi and W. F. Mahmudy, "Penerapan Algoritma Genetika Traveling Salesman Problem with Time Window: Studi Kasus Rute Antar Jemput Laundry", *Jurnal Buana Informatika*, vol. 6, no. 2, pp. 121-130, 2015.