

Optimasi Kombinasi Menu Makanan Diet Zone Menggunakan Algoritma Genetika

Gusti Eka Yuliasuti^{1*}, Muchamad Kurniawan², Fernanda Putra Aditya³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Jawa Timur
Email: ^{1*}gustiekay@itats.ac.id

(Naskah masuk: 26 Sep 2023, direvisi: 6 Des 2023, 10 Jan 2024, diterima: 11 Jan 2024)

Abstrak

Diet merupakan sebuah metode untuk mengatur asupan makanan dan minuman yang masuk ke dalam tubuh guna untuk mencapai tujuan tertentu. Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan, metode untuk melakukan diet menjadi semakin bermacam-macam, salah satunya yakni *Diet Zone*. *Diet Zone* adalah sebuah metode diet yang ditemukan oleh Dr. Barry Sears dengan menerapkan rasio dari makanan yang dikonsumsi, yaitu 40% karbohidrat, 30% protein, dan 30% lemak untuk mencapai berat badan yang ideal dan sehat. Permasalahan yang sering terjadi saat menjalani diet yakni menentukan keutuhan gizi yang terkandung dalam menu makan sehari-hari. Penelitian ini bertujuan untuk mengatur kombinasi menu makan merujuk pada metode *Diet Zone* oleh Dr. Barry Sears. Penulis membuat sistem untuk mengoptimasi kombinasi menu makan dengan mempertimbangkan empat kandungan gizi selama tujuh hari. Adapun keempat kandungan gizi tersebut adalah karbohidrat, protein, lemak dan serat. Pada setiap kandungan gizi terdapat aturan batas maksimal atau *threshold* yang tidak boleh dilanggar, jika dilanggar maka akan dihitung sebagai *constraint* dan dapat mengurangi nilai saat akumulasi perhitungan nilai *fitness*. Penulis melakukan pengujian terhadap parameter Algoritma Genetika menghasilkan solusi terbaik dengan nilai *fitness* rata-rata sebesar 15,54 dimana ukuran populasi sebesar 70 dan generasi sejumlah 800. Salah satu contoh hasil kombinasi menu makannya yakni nasi jagung, usus ayam goreng dan *chicken teriyaki*.

Kata Kunci: Algoritma Genetika, *Diet Zone*, Menu Makanan, Optimasi

Optimizing Zone Diet Food Menu Combinations Using Genetic Algorithms

Abstract

Diet is a method for regulating the intake of food and drinks that enter the body to achieve certain goals. As science develops, methods for dieting become increasingly diverse, one of which is the Zone Diet. The Zone Diet is a diet method discovered by Dr. Barry Sears applies the ratio of food consumed, namely 40% carbohydrates, 30% protein and 30% fat to achieve an ideal and healthy body weight. The problem that often occurs when going on a diet is determining the nutritional integrity contained in the daily diet. This research aims to arrange a combination of food menus referring to the Diet Zone method by Dr. Barry Sears. The author created a system to optimize meal menu combinations by considering four nutritional contents for seven days. The four nutritional contents are carbohydrates, protein, fat and fiber. For each nutritional content, there is a maximum limit or threshold rule that cannot be violated. If it is violated, it will be counted as a constraint and can reduce the value when calculating the fitness value. The author tested the Genetic Algorithm parameters to produce the best solution with an average fitness value of 15.54 where the population size was 70 and the generations were 800. One example of the results of a combination of food menus is corn rice, fried chicken intestines and chicken teriyaki.

Keywords: Food Menu, Genetic Algorithm, Optimization, Zone Diet

I. PENDAHULUAN

Makanan adalah kebutuhan pokok manusia yang diperlukan setiap saat dan memerlukan pengolahan yang baik dan benar agar bermanfaat bagi tubuh. Makanan adalah semua bahan dalam bentuk olahan yang dimakan manusia kecuali air dan obat-obatan [1]. Diet merupakan sebuah metode untuk mengatur asupan makanan dan minuman yang masuk ke dalam tubuh guna untuk mencapai tujuan tertentu. Salah satu manfaat dari diet yakni menjaga kesehatan tubuh secara keseluruhan. Perilaku diet dengan membatasi atau mengatur asupan makanan, dapat memiliki dampak yang merugikan bila dilakukan dengan cara yang salah [2].

Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan, metode untuk melakukan diet menjadi semakin bermacam-macam, salah satunya yakni *Diet Zone*. *Diet Zone* adalah sebuah metode diet yang ditemukan oleh Dr. Barry Sears dengan menerapkan rasio dari makanan yang dikonsumsi, yaitu 40% karbohidrat, 30% protein dan 30% lemak untuk mencapai berat badan yang ideal dan sehat [3]. Kekurangan dari komposisi yang ditetapkan oleh *Diet Zone* yakni sedikitnya konsumsi serat, vitamin dan berbagai mineral [4].

Permasalahan yang sering terjadi saat menjalani diet khususnya *Diet Zone* yakni menentukan keutuhan gizi yang terkandung dalam menu makan sehari-hari. Permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan cara mengatur kombinasi menu makan yang mencukupi rasio kebutuhan berdasarkan aturan *Diet Zone* dari Dr. Barry Sears. Pentingnya kombinasi menu makan yang optimal guna membantu pelaku diet dalam mencukupi kebutuhan gizi dengan tidak melebihi rasio yang ditentukan [5].

Salah satu cara dalam melakukan optimasi kombinasi menu makan adalah dengan menerapkan metode optimasi. Metode optimasi yang paling populer dan sederhana namun dapat menghasilkan solusi terbaik yakni Algoritma Genetika [6]. Algoritma Genetika merupakan sebuah metode penyelesaian masalah optimasi yang didasari pada seleksi alam, yaitu teknik yang mengikuti evolusi dan perkembangan biologi. Dalam fase representasi permasalahan pada Algoritma Genetika disimbolkan ke dalam sebuah kromosom. Kromosom inilah yang akan diproses untuk mendapatkan solusi terbaik [7].

Penelitian ini bertujuan untuk mengatur kombinasi menu makan merujuk pada metode *Diet Zone* oleh Dr. Barry Sears. Penulis membuat sistem untuk mengoptimasi kombinasi menu makan dengan mempertimbangkan empat kandungan gizi selama tujuh hari. Adapun keempat kandungan gizi tersebut adalah karbohidrat, protein, lemak dan serat. Pada setiap kandungan gizi terdapat aturan batas maksimal atau *threshold* yang tidak boleh dilanggar, jika dilanggar maka akan dihitung sebagai *constraint* dan dapat mengurangi nilai saat akumulasi perhitungan nilai *fitness*. Dalam satu hari terdapat menu makan untuk tiga kali makan yakni pagi, siang dan malam dengan jenis makanan berbeda tiap waktunya.

Berdasarkan Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI) yang dibuat oleh Persatuan Ahli Gizi Indonesia, terdapat sebanyak 340 jenis makanan yang dapat dikombinasikan menjadi menu makan. Penulis menerapkan Algoritma

Genetika untuk mendapatkan kombinasi menu makan terbaik dengan tetap mencukupi kebutuhan gizi sesuai rasio yang diperlukan. *Dataset* yang digunakan penulis dalam penelitian ini juga merujuk pada TKPI, dimana data tersebut dapat diakses pada laman web Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

Untuk mengetahui hasil kombinasi menu makan yang optimal, penulis melakukan pengujian terhadap parameter Algoritma Genetika. Adapun dua parameter yang akan diuji yaitu ukuran populasi dan jumlah generasi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terkait

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Mustafa dkk [2] yang membahas tentang penyusunan menu makan selama 30 hari dengan 3 kali makan dalam satu hari dan mempertimbangkan 4 jenis gizi yang terdapat dari 450 makanan. Penelitian tersebut juga menggunakan Algoritma Genetika dalam proses penyusunan menu makannya. Pada penelitian tersebut dilakukan pengujian sebanyak 10000 kali iterasi dengan pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dengan 2 jumlah konvergen yang berbeda. Setiap pengujian sistem mengeluarkan solusi berbeda karena algoritma genetika membangun populasi awal dengan acak, namun dapat memberikan solusi yang memenuhi kriteria. Berdasarkan 10 kali pengujian, hasil yang optimal didapatkan dengan jumlah generasi sebanyak 10.000 dengan nilai *fitness* rata-rata sebesar 1338,4 dan waktu proses selama 1.037 ms.

Penelitian lainnya dilakukan oleh Yattaqillah dkk [8] yang membahas tentang penentuan komposisi dari bahan pangan yang dikonsumsi oleh keluarga dalam memenuhi kebutuhan nutrisi di dalam kehidupan sehari-hari untuk mencegah dan mengobati penyakit *diabetes melitus*. Berdasarkan hasil dari optimasi komposisi makanan untuk keluarga penderita *diabetes melitus* menggunakan algoritma genetika berupa susunan makanan sehari-hari selama 7 hari dan 3 waktu makan sehari telah memenuhi standar pakar pada keluarga 1,2, dan 3 dengan rata-rata selisih 6,99%, yakni jumlah generasi sebanyak 709; ukuran populasi sebanyak 250; *crossover rate* sebesar 0,4; dan *mutation rate* sebesar 0,6.

Perbedaan penelitian ini dibandingkan dua penelitian sebelumnya adalah skenario pengujianya. Kedua peneliti sebelumnya tidak melakukan pengujian parameter pada Algoritma Genetika. Disamping itu, optimasi kombinasi menu makan yang dilakukan sebelumnya tidak memiliki batasan nilai sehingga tidak memiliki *constraint* untuk mengakumulasi nilai *fitness* dalam mencari solusi terbaik.

B. Diet Zone

Diet Zone merupakan salah satu metode diet yang dipopulerkan oleh Dr. Barry Sears. Pada awalnya *Diet Zone* dikembangkan sebagai intervensi terapeutik untuk mengurangi peradangan khususnya untuk pengobatan penyakit jantung [9]. Para pelaku *Diet Zone* ini diharuskan mengonsumsi makanan dengan batasan tertentu. Rasio

batasan makanan yang diperbolehkan untuk dikonsumsi yakni terdiri dari 40% karbohidrat, 30% protein dan 30% lemak [3].

Fenomena *Diet Zone* ini mewakili generasi baru metode penurunan berat badan dengan tren makanan rendah karbohidrat modern. Pada dasarnya rekomendasi untuk mencapai makronutrien makanan distribusi sekitar 55% karbohidrat, 15% protein dan 30% lemak yang telah diakui secara luas disertai dengan penelitian-penelitian pendukung selama lebih dari 25 tahun [4]. Sebaliknya, *Diet Zone* didefinisikan sebagai pola makan dengan distribusi 40% karbohidrat, 30% protein dan 30% lemak.

“Zone” ini didefinisikan sebagai keadaan metabolisme dimana tubuh manusia beroperasi pada efisiensi yang optimal. Selain menurunkan berat badan, banyak manfaat dari *Diet Zone* antara lain pencegahan penyakit kronis, peningkatan kekebalan tubuh, peningkatan kinerja fisik dan mental yang maksimal [4].

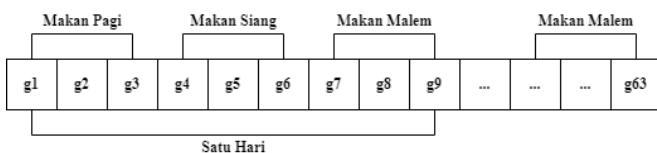
C. Algoritma Genetika

Algoritma Genetika adalah suatu proses optimasi yang dikembangkan berdasarkan prinsip genetika dan proses seleksi alamiah [10]. Berbeda dengan teknik pencarian konvensional, algoritma genetika dimulai dari himpunan solusi yang pada umumnya dihasilkan secara acak. Himpunan ini disebut populasi, sedangkan setiap individu dalam populasi disebut kromosom (merupakan representasi dari solusi) dan yang menempati kromosom disebut gen. Gen biasanya merupakan simbol *string* [11].

Algoritma Genetika memiliki beberapa jenis representasi kromosom untuk permasalahan yang berbeda, seperti representasi biner, *integer*, *real*, dan permutasi [12]. Ada bermacam-macam teknik *encoding* (pengkodean) yang dapat dilakukan dalam Algoritma Genetika, antara lain adalah *binary encoding*, *permutation encoding*, *value encoding*, dan *tree encoding* [13].

1. Representasi Struktur Kromosom

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



Gambar 1. Representasi Struktur Kromosom

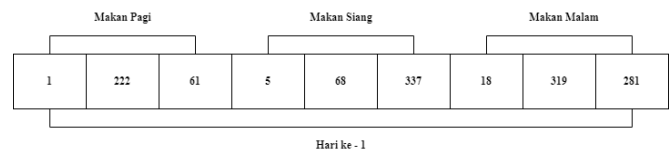
Representasi struktur kromosom ini menunjukkan menu makan diet selama 7 hari dengan 3 kali makan dalam satu hari dan 3 jenis makanan dalam 1 kali makan. Dalam satu hari terdapat 3 kali makan yakni makan pagi, makan siang, dan makan malam. Untuk g1 merupakan gen ke-1, g2 merupakan

gen ke-2, dan seterusnya hingga g63. Dalam satu hari terdapat 9 gen, maka dalam tujuh hari panjang kromosom sebanyak 63 gen. Setiap gen berisikan id makanan. Makanan yang mengisi kromosom dibangkitkan secara acak (*random*).

2. Inisialisasi Populasi Awal

Proses inisialisasi merupakan hal pertama yang dilakukan dalam membangkitkan individu pada populasi awal secara acak sejumlah ukuran populasi yang ditentukan [14]. Pada tahapan awal, penulis akan melakukan proses inisialisasi dengan membangkitkan beberapa individu secara random. Sejumlah individu ini nantinya akan membentuk sebuah populasi awal, dimana banyaknya individu dalam populasi selanjutnya akan disebut *popSize* [15]. Pada penelitian ini, penulis menentukan *popSize* sebanyak 3 kromosom.

Contoh representasi struktur kromosom berupa id makanan dari Data Komposisi Pangan Indonesia. Pada Gambar 2 menunjukkan kombinasi menu makan dalam satu hari. Terdapat 7 kombinasi yang menunjukkan bahwa ada menu makan selama 7 hari. Kombinasi tersebut berisikan gen – gen yang berjumlah 9 gen per hari dan setiap gen berisikan id makanan yang dibangkitkan secara acak. Di setiap id makanan tersebut terdapat nilai masing – masing kandungan yakni karbohidrat, protein, lemak dan serat. Sebelum dilakukan perhitungan dari masing – masing nilai tersebut, yang akan dilakukan adalah tahap *preprocessing* yakni dengan mengambil nilai dari setiap kandungan yang terdapat dalam setiap id makanan.



Gambar 2. Kombinasi Makanan untuk 1 Hari

Pada penelitian ini, penulis membangkitkan ukuran populasi sebanyak 10 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 id makanan yang diambil secara acak. Untuk g1 merupakan gen ke-1, g2 merupakan gen ke-2, dan seterusnya. Untuk 3 gen pertama (g1, g2, g3) yakni makan pagi, 3 gen kedua (g4, g5, g6) yakni makan siang dan 3 gen ketiga (g7, g8, g9) yakni makan malam. Contoh inisialisasi populasi awal ini berdasarkan representasi struktur kromosom. Berikut merupakan contoh inisialisasi populasi awal selama satu hari ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Contoh Inisialisasi Populasi Awal Selama 1 Hari

K	Menu Makan								
	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g8	g9
1	1	222	61	5	68	337	18	319	281
2	1	91	13	89	338	97	1	40	200
3	209	196	248	211	19	60	205	67	334
...
10	130	93	10	111	15	71	78	55	29

Sebelum menentukan populasi awal dengan membangkitkan beberapa kromosom, perlu adanya *preprocessing*. *Preprocessing* merupakan proses yang mencakup persiapan data agar sesuai dengan proses selanjutnya yakni perhitungan nilai *fitness*. Ada beberapa tahap dalam *preprocessing*, yaitu mengambil nilai kandungan gizi karbohidrat, protein, lemak dan serat. Kemudian menghitung rata-rata (*mean*) dari nilai kandungan gizi tersebut. Setelah itu dari rata-rata nilai kandungan gizi, dikonversi ke dalam bentuk persentase. Yang dikonversi hanya 3 variabel saja, yaitu karbohidrat, protein dan lemak. Dikarenakan rasio makanan yang dikonsumsi sesuai aturan *Diet Zone* hanya mengacu pada ketiga variabel tersebut, dimana ketiga variabel tersebut mempunyai *threshold* masing-masing dalam satuan persentase. Untuk serat tidak dikonversi ke dalam bentuk persentase, dikarenakan *threshold* harian serat dalam satuan gram.

3. Evaluasi Kromosom

Untuk dapat mengetahui kualitas setiap kromosom diperlukan suatu standar penilaian yakni dengan menghitung nilai *fitness* [16]. Nilai *fitness* pada penelitian ini merupakan selisih nilai antara nilai karbohidrat, protein dan lemak berdasarkan nilai *threshold* yang ditetapkan oleh *Diet Zone* yakni karbohidrat 40%, protein 30% dan lemak 30%. Selain itu, ditambahkan variabel serat sebagai variabel pendukung dengan nilai *threshold* serat yakni 25 gram. Persamaan yang digunakan adalah perhitungan jarak dengan *Euclidean Distance* seperti pada Persamaan 1. Untuk perhitungan yang lebih spesifik dalam perhitungan nilai *fitness*, dapat dilihat pada Persamaan 2.

$$d_i = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_1 - x_2)^2} \tag{1}$$

Keterangan:

- d = jarak
- i = variabel data
- n = dimensi data
- x_1 = prosentase rata-rata nilai kandungan
- x_2 = *threshold* kandungan

$$d_i = \sqrt{(X_{K1} - X_{TK})^2 + (X_{P1} - X_{TP})^2 + (X_{L1} - X_{TL})^2 + (X_{S1} - X_{TS})^2 + \sqrt{(X_{K2} - X_{TK})^2 + (X_{P2} - X_{TP})^2 + (X_{L2} - X_{TL})^2 + (X_{S2} - X_{TS})^2} + \sqrt{(X_{K3} - X_{TK})^2 + (X_{P3} - X_{TP})^2 + (X_{L3} - X_{TL})^2 + (X_{S3} - X_{TS})^2} \tag{2}$$

Keterangan:

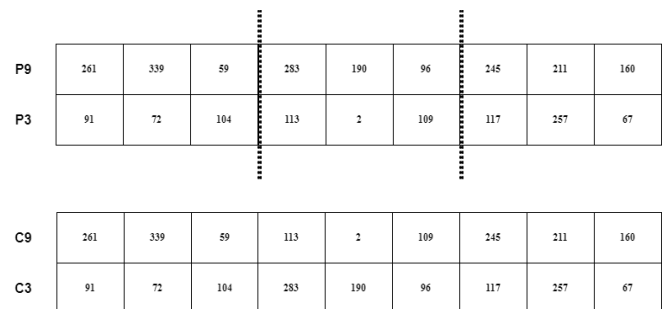
- X_{K1} = persentase nilai karbohidrat makan pagi (g1, g2, g3)

- X_{K2} = persentase nilai karbohidrat makan siang (g4, g5, g6)
- X_{K3} = persentase nilai karbohidrat makan malam (g7, g8, g9)
- X_{P1} = persentase nilai protein makan pagi (g1, g2, g3)
- X_{P2} = persentase nilai protein makan siang (g4, g5, g6)
- X_{P3} = persentase nilai protein makan malam (g7, g8, g9)
- X_{L1} = persentase nilai lemak makan pagi (g1, g2, g3)
- X_{L2} = persentase nilai lemak makan siang (g4, g5, g6)
- X_{L3} = persentase nilai lemak makan malam (g7, g8, g9)
- X_{S1} = rata – rata nilai serat makan pagi (g1, g2, g3)
- X_{S2} = rata – rata nilai serat makan siang (g4, g5, g6)
- X_{S3} = rata – rata nilai serat makan malam (g7, g8, g9)
- X_{TK} = *threshold* karbohidrat (40%)
- X_{TP} = *threshold* protein (30%)
- X_{TL} = *threshold* lemak (30%)
- X_{TS} = *threshold* serat (8,3 gram)

4. Reproduksi Kromosom Baru

Setelah melewati proses perhitungan nilai *fitness*, maka proses selanjutnya adalah reproduksi. Reproduksi ini dilakukan untuk menghasilkan kromosom baru yang diharapkan memiliki sifat genetik lain berbeda dari induk sebelumnya [14]. Tujuan dilakukannya reproduksi tersebut yakni memperluas kemungkinan dalam mencari kromosom terbaik sebagai solusi paling optimal [17]. Terdapat dua cara dalam melakukan reproduksi yakni *crossover* dan *mutation*.

Crossover merupakan operator Algoritma Genetika untuk menggabungkan dua kromosom induk (*parent*) untuk menghasilkan dua kromosom anak (*child*) dengan proses penyilangan gen. *Crossover* dilakukan dengan pertukaran gen dari kedua *parent* secara acak. Contoh hasil reproduksi dengan *crossover* seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Contoh Hasil Reproduksi Dengan *Crossover*

Teknik *crossover* yang digunakan adalah *Two Point Crossover*. Pada teknik ini dilakukan penukaran gen dari penggabungan dua kromosom induk (*parent*) untuk menghasilkan kromosom baru yang disebut sebagai

kromosom anak (*child*) melalui beberapa titik potong [18]. Dua kromosom yang menjadi induk (*parent*) adalah kromosom 9 dan kromosom 3 diambil dari hasil *preprocessing* inisialisasi populasi awal. Hasil dari *crossover* *Parent* 9 (P9) dan *Parent* 3 (P3) menghasilkan dua kromosom baru (kromosom anak) yakni *Child* 9 (C9) dan *Child* 3 (C3). Adapun hasil perhitungan nilai *fitness* berdasarkan Persamaan 2 seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Contoh Hasil Perhitungan Nilai *Fitness* dari *Crossover*

Kromosom	Nilai <i>Fitness</i>
P9	53,59
P3	60,72
C9	45,53
C3	66,98

Proses reproduksi selanjutnya yakni mutasi. Mutasi dilakukan dengan tujuan untuk menghasilkan kromosom baru dengan melakukan perubahan acak pada kromosom itu sendiri [19]. Mutasi dilakukan dengan cara mengganti satu gen atau lebih dalam kromosom yang terpilih secara acak dengan suatu nilai baru yang didapat secara acak juga. Contoh hasil reproduksi dengan mutasi dapat dilihat pada Gambar 4.

P6	166	121	290	160	305	59	228	202	242
C6	161	116	285	155	300	54	223	197	237

Gambar 4. Contoh Hasil Reproduksi Dengan Mutasi

Teknik mutasi yang digunakan yakni *Random Injection*. Proses mutasi ini dilakukan secara acak dengan mengubah beberapa nilai terpilih dalam suatu kromosom. Kromosom yang melakukan mutasi ini adalah kromosom 6 diambil dari hasil *preprocessing* inisialisasi populasi awal. Dalam penelitian ini, penulis mengacak nilai dalam suatu kromosom dengan mengurangi nilai sebanyak 5 di setiap gen nya. Sehingga kromosom 6 sebagai *Parent* 6 (P6) menghasilkan kromosom baru yakni *Child* 6 (C6). Adapun hasil perhitungan nilai *fitness* berdasarkan Persamaan 2 seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Contoh Hasil Perhitungan Nilai *Fitness* dari Mutasi

Kromosom	Nilai <i>Fitness</i>
P6	70,57
C6	54,94

5. Seleksi Kromosom

Setelah melalui proses perhitungan nilai *fitness* tiap kromosom, maka proses selanjutnya adalah seleksi. Seleksi merupakan proses untuk memilih atau menyaring kromosom dari himpunan populasi untuk dipertahankan pada generasi selanjutnya. Kromosom yang dipilih adalah kromosom yang memiliki nilai *fitness* terbaik. Pada penelitian ini, nilai *fitness* terbaik dimiliki oleh nilai yang paling kecil. Sebelum seleksi dilakukan, semua kromosom dikumpulkan menjadi satu

tempat yang selanjutnya disebut sebagai *offspring* seperti ditunjukkan pada Gambar 5.

P9	261	339	59	283	190	96	245	211	160
P3	91	72	104	113	2	109	117	257	67
C9	261	339	59	113	2	109	245	211	160
C3	91	72	104	283	190	96	117	257	67
P6	166	121	290	160	305	59	228	202	242
C6	161	116	285	155	300	54	223	197	237

Gambar 5. Contoh *Offspring*

Offspring merupakan sebuah tempat untuk menampung kromosom secara keseluruhan baik kromosom yang sudah ada sejak awal hingga kromosom baru hasil dari reproduksi [20]. Pada penelitian ini, penulis menggunakan teknik *Rank Based Fitness*. Teknik seleksi tersebut bergantung pada nilai *fitness* yakni mengurutkan nilai *fitness* dari yang terbaik (terkecil) ke terburuk (terbesar). Kromosom-kromosom yang telah dievaluasi dengan menggunakan fungsi *fitness* akan diseleksi untuk bertahan menjadi populasi awal pada generasi berikutnya. Kromosom yang memiliki nilai *fitness* terbaik memiliki peluang yang lebih besar untuk terpilih dan tetap bertahan pada generasi berikutnya, sedangkan kromosom yang terburuk akan digantikan dengan kromosom baru.

Berdasarkan nilai *fitness* yang didapatkan, urutan kromosom terbaik sampai yang terburuk yakni C9→P9→C6→P3→C3→P6. Proses seleksi dilakukan dengan mempertahankan individu (kromosom) terbaik sejumlah *popsize* awal yakni sebanyak 3 kromosom. Kromosom yang terpilih untuk bertahan ke generasi berikutnya adalah C9, P9, C6. Ketiga kromosom tersebut akan menjadi inisial populasi pada generasi berikutnya.

III. METODOLOGI

A. Data Terkait

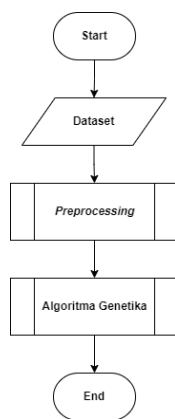
Data yang digunakan berupa data dari Kementerian Kesehatan yakni Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI) tahun 2019. Data tersebut merupakan komposisi zat gizi makanan per 100 gram BDD (Bagian yang Dapat Dimakan). Data tersebut memiliki 22 variabel, namun penulis fokus pada empat 4 variabel untuk menyesuaikan dengan komponen yang dipertimbangkan pada *Diet Zone*. Keempat variabel tersebut yakni karbohidrat, protein, lemak dan serat. Pada tiap variabel memiliki *threshold* harian yakni karbohidrat sebesar 40%, protein sebesar 30%, lemak sebesar 30% dan serat sebanyak 25 gram. Terdapat sejumlah 340 data yang berisi jenis makanan dilengkapi dengan kandungannya tersebut seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Tabel Komposisi Pangan Indonesia

No	Nama Makanan	Kandungan (gram)			
		K	P	L	S
1	Nasi	39,8	3	0,3	0,2
2	Nasi Beras Merah	32,5	2,8	0,4	0,3
3	Nasi Jagung	79,5	8,8	0,5	6,2
4	Alpukat	7,7	0,9	6,5	0
5	Apel	14,9	0,3	0,4	2,6
...					
340	Sayur Capcay	4,2	5,8	6,3	0,6

B. Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan pada penelitian ini yakni menghimpun data yang menjadi dasar kombinasi makanan, melakukan *pre-processing* dan mengimplementasi Algoritma Genetika seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Prosedur Penelitian

Adapun *pre-processing* yang dilakukan sebanyak tiga tahap. *Pre-processing* pertama adalah mengambil nilai kandungan gizi dari Tabel Komposisi Pangan Indonesia tahun 2019 yakni nilai dari karbohidrat, protein, lemak dan serat. Nilai kandungan gizi tersebut diambil berdasarkan inisialisasi populasi awal yang dibangkitkan sebanyak 10 kromosom sesuai pada Tabel 1.

Pre-processing kedua adalah menghitung rata-rata kandungan gizi dari setiap kandungan gizi, yakni karbohidrat, protein, lemak dan serat. Nilai rata-rata ini didapatkan dari rata-rata setiap tiga gen, yaitu untuk makan pagi (g1, g2, g3), makan siang (g4, g5, g6) dan makan malam (g7, g8, g9). Dikarenakan setiap kali waktu makan terdapat tiga jenis menu makan yang berbeda sehingga dihitung rata-rata setiap tiga gen. Jadi setiap kandungan gizi mempunyai nilai rata-rata sendiri.

Pre-processing ketiga adalah mengonversi nilai rata-rata kandungan gizi ke dalam bentuk persentase. Nilai yang akan dikonversi adalah karbohidrat, protein dan lemak. Hal tersebut dilakukan karena *threshold* harian serat yang ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia memiliki satuan gram, sedangkan *threshold* harian yang ditetapkan pada *Diet Zone* satuannya dalam bentuk persentase.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

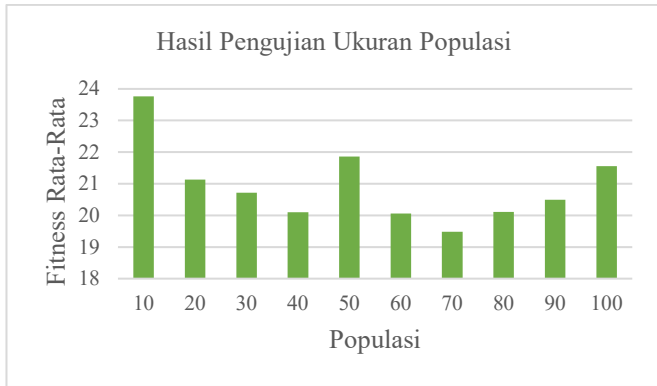
Pada penelitian ini dilakukan pengujian ukuran populasi (*popSize*) dan jumlah generasi. Pengujian ukuran populasi memiliki tujuan untuk mengetahui ukuran populasi yang ideal agar mendapatkan solusi yang optimal. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dengan ukuran populasi kelipatan 10 mulai dari 10 hingga 100. Sebelumnya melakukan pengujian, penulis menentukan jumlah generasi sebanyak 50 generasi. Penentuan jumlah generasi dalam pengujian ukuran populasi ini tidak ada standar ketentuan tertentu. Pengujian dilakukan untuk mencari keberadaan nilai *fitness* rata-rata terbaik (terkecil) berdasarkan ukuran populasinya. Nilai *fitness* terbaik yang nantinya menjadi *output* sistem yang optimal. Hasil perhitungan nilai *fitness* berdasarkan pengujian ukuran populasi dapat dilihat pada Tabel 5.

Berdasarkan Tabel 5, peneliti melakukan pengujian sebanyak 10 kali dan mendapatkan rata-rata nilai *fitness* terbaik (terkecil) yakni 19,48 dicapai pada saat ukuran populasi sebesar 70. Adapun hasil perbandingan rata-rata nilai *fitness* seperti ditunjukkan pada Gambar 7.

Tabel 5. Hasil Pengujian Ukuran Populasi

No	Populasi	Pengujian ke-										Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	10	22,1	27,2	22,8	25,7	23,2	26,3	24,0	21,5	20,8	24,0	23,76
2	20	15,1	16,5	21,2	21,1	23,3	22,3	19,8	17,6	23,9	30,5	21,13
3	30	13,0	22,8	23,5	20,5	23,6	21,9	22,6	19,3	18,0	22,0	20,72
4	40	18,8	19,7	21,7	20,7	18,8	18,6	17,1	22,6	22,0	21,0	20,10
5	50	20,5	24,1	20,7	20,1	20,2	20,2	23,2	25,1	20,8	23,7	21,86
6	60	20,4	19,7	19,3	15,0	18,9	20,0	19,1	25,6	19,5	23,1	20,06
7	70	18,4	20,5	19,8	22,8	16,7	18,5	17,4	17,8	23,3	19,6	19,48
8	80	20,2	16,4	20,9	19,0	15,8	19,4	19,8	18,3	21,8	29,5	20,11
9	90	21,3	19,3	23,6	18,6	23,5	16,4	19,8	23,7	20,8	17,9	20,49
10	100	26,3	20,2	22,2	24,4	17,4	19,6	22,4	17,0	26,1	20,0	21,56

Pada ukuran populasi sebesar 70, nilai *fitness* terbaik terdapat pada pengujian ke-5 yakni 16,7. Ukuran populasi yang optimal inilah yang akan menjadi parameter untuk pengujian selanjutnya, yaitu pengujian jumlah generasi. Ukuran populasi yang akan dijadikan parameter pengujian jumlah generasi yakni sebesar 70. Pada prinsipnya, kecil atau besar suatu ukuran populasi tidak menjamin akan menghasilkan nilai *fitness* yang terbaik.

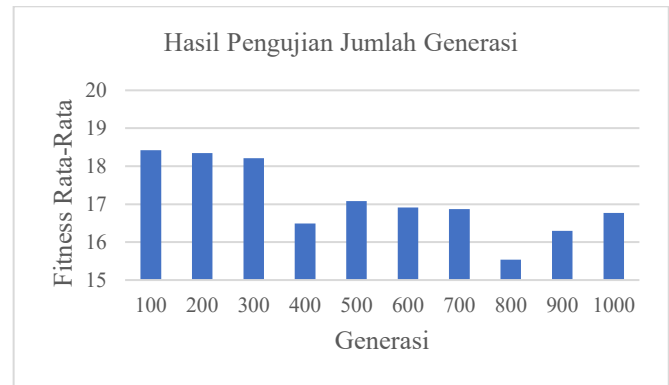


Gambar 7. Hasil Pengujian Ukuran Populasi

Selanjutnya, penulis melanjutkan pengujian jumlah generasi. Pengujian ini memiliki tujuan yang hampir sama dengan pengujian ukuran populasi sebelumnya, yaitu untuk menguji jumlah generasi yang ideal agar mendapatkan solusi optimal. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dengan jumlah generasi merupakan kelipatan 100 mulai dari 100 hingga 1000 dengan ukuran populasi sebesar 70. Ukuran populasi tersebut diambil dari hasil optimal berdasarkan pengujian sebelumnya yakni pengujian ukuran populasi. Di setiap pengujian akan dihitung nilai *fitness*. Pengujian ini mencari keberadaan rata-rata nilai *fitness* terbaik (terkecil) berdasarkan jumlah generasinya. Nilai *fitness* terbaik yang nantinya menjadi luaran

sistem berupa solusi yang optimal. Hasil perhitungan nilai *fitness* berdasarkan pengujian jumlah generasi dapat dilihat pada Tabel 6.

Berdasarkan Tabel 6, peneliti melakukan pengujian sebanyak 10 kali dan mendapatkan rata-rata nilai *fitness* terbaik (terkecil) yakni 15,54 dicapai pada saat jumlah generasi sebanyak 800. Adapun hasil perbandingan rata-rata nilai *fitness* seperti ditunjukkan pada Gambar 8. Pada jumlah generasi sebanyak 800, nilai *fitness* terbaik terdapat pada pengujian ke-6 yakni 14,0.



Gambar 8. Hasil Pengujian Jumlah Generasi

Berdasarkan hasil pengujian ukuran populasi dan jumlah generasi, maka didapatkan hasil kombinasi menu makanan terbaik untuk *Diet Zone* selama tujuh hari. Hasil pengujian yang optimal ini menggunakan ukuran populasi sebesar 70 dan jumlah generasi sebanyak 800.

Kombinasi menu makanan terbaik untuk *Diet Zone* selama tujuh hari (minggu ke-1) berdasarkan hasil pengujian seperti ditunjukkan pada Tabel 7 untuk menu makan pagi, Tabel 8 untuk menu makan siang dan Tabel 9 untuk menu makan malam.

Tabel 6. Hasil Pengujian Jumlah Generasi

No	Generasi	Pengujian ke-										Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	100	15,6	20,9	19,2	17,4	18,7	19,0	20,3	14,0	18,1	21,0	18,42
2	200	16,4	15,7	16,2	18,7	19,7	17,6	20,1	16,1	22,9	20,1	18,35
3	300	18,6	19,2	21,0	20,0	16,1	17,1	16,9	18,1	19,1	16,0	18,21
4	400	18,5	12,9	15,8	15,0	16,1	19,9	17,4	14,9	16,6	17,8	16,49
5	500	17,2	18,7	15,6	15,0	19,5	18,9	14,2	14,9	18,4	18,4	17,08
6	600	15,8	16,7	20,5	17,6	18,0	14,2	16,7	14,9	16,9	17,8	16,91
7	700	14,9	16,1	14,4	16,4	14,9	18,8	18,4	19,2	18,1	17,5	16,87
8	800	14,6	15,5	14,7	17,2	15,3	14,0	15,6	15,8	17,9	14,8	15,54
9	900	16,2	16,3	18,9	14,8	12,7	16,0	14,5	16,8	18,2	18,6	16,3
10	1000	13,5	14,8	20,5	15,7	16,0	16,4	17,1	19,5	17,8	16,4	16,77

Tabel 7. Menu Makan Pagi

Hari	Menu		
Hari ke-1	Nasi Jagung	Usus Ayam Goreng	Chicken Teriyaki
Hari ke-2	Bebek Goreng	Gulai Asam Keueung	Keju
Hari ke-3	Nasi	Emping Beras	Enting-enting Gepuk Kacang Tanah
Hari ke-4	Bolu Peca	Kacang Tanah Rebus	Kalio Telur
Hari ke-5	Bingka	Duku	Gambas (Oyong)
Hari ke-6	Alpukat	Beef Burger	Jeruk Bali
Hari ke-7	Beef Teriyaki	Daun Pepaya	Keju

Tabel 8 Menu Makan Siang

Hari	Menu		
Hari ke-1	Manggis	Soto Jeroan	Teh Hitam Daun Kering
Hari ke-2	Ketoprak	Kopi Bubuk Instant	Soto Jeroan
Hari ke-3	Gurame Asam Manis	Manggis	Pepaya Muda
Hari ke-4	Petai	Salak Pondoh	Sawi Putih
Hari ke-5	Ham	Ikan Gete Goreng	Keripik Tempe Abadi Murni
Hari ke-6	Kalio Ayam	Keripik Tempe Abadi Besar	Keripik Tempe Abadi
Hari ke-7	Nasi Tim	Rujak Cingur	Salak Pondoh

Tabel 9 Menu Makan Malam

Hari	Menu		
Hari ke-1	Yoghurt	Pecel Lele	Telur Ayam Ceplok
Hari ke-2	Srikaya	Teh Hitam Daun Kering	Ketupat Tahu
Hari ke-3	Susu Sapi	Tahu Mentah	Telur Ayam Ras
Hari ke-4	Teh Hitam Daun Kering	Teh Melati Daun Kering	Telur Ayam Ras
Hari ke-5	Kue Sus	Pepaya	Tumis Bayam Bersantan
Hari ke-6	Nanas	Soto Pekalongan	Susu Bubuk
Hari ke-7	Tapai Ketan Putih	Teh Hitam Daun Kering	Nasi Ketan Hitam

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, Algoritma Genetika merupakan metode yang cukup baik untuk diterapkan pada optimasi kombinasi menu makanan *Diet Zone*. Optimasi tersebut dilakukan dengan tujuan untuk mencukupi kebutuhan gizi pelaku *Diet Zone* selama 7 hari dengan menggunakan representasi kromosom permutasi.

Hasil kombinasi menu makanan didapatkan dari nilai *fitness* terbaik yakni selisih nilai antara nilai karbohidrat, protein dan lemak berdasarkan nilai batasan maksimal yang ditetapkan pada *Diet Zone* yakni karbohidrat sebesar 40%, protein sebesar 30% dan lemak sebesar 30%. Selain itu, peneliti menambahkan variabel pendukung yakni serat. Tambahan variabel pendukung tersebut dilakukan karena salah satu kelemahan dari *Diet Zone* adalah kekurangan serat dengan nilai batasan maksimal harian yang ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia yakni sebanyak 25 gram.

REFERENSI

- [1] A. M. Purnomo, D. Werdiastu, T. Raissa, R. Widodo, and V. N. Wijyaningrum, "Algoritma Genetika untuk Optimasi Komposisi Makanan Bagi Penderita Hipertensi," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–6, 2019, doi: 10.14710/jtsiskom.7.1.2019.1-6.
- [2] W. F. Mustafa, E. C. Djamil, and R. Yuniarti, "Optimalisasi Menu Makan Diet Sehat Menggunakan Algoritma Genetika," in *Seminar Nasional Informatika dan Aplikasinya (SNIA)*, 2017, no. September, pp. 50–54.
- [3] B. Sears, "The Zone Diet and Athletic Performance," *Sport. Med.*, vol. 29, no. 4, p. 289, 2000, doi: 10.2165/00007256-200029040-00006.
- [4] S. N. Chevront, "The Zone Diet Phenomenon: A Closer Look at the Science behind the Claims," *J. Am. Coll. Nutr.*, vol. 22, no. 1, pp. 9–17, Feb. 2003, doi: 10.1080/07315724.2003.10719271.
- [5] M. A. Megatama, W. F. Mahmudy, and E. Santoso, "Food Menu Recommendations Based on Recommended Dietary Allowances using Genetic Algorithm," *Bull. Culin. Art Hosp.*, vol. 1, no. 2, pp. 70–77, 2021, doi: 10.17977/um069v1i22021p70-77.
- [6] A. M. Rizki, W. F. Mahmudy, and G. E. Yuliasuti, "Implementation of Evolution Strategies (ES) Algorithm to Optimization Lovebird Feed Composition," *Sci. J. Informatics*, vol. 4, no. 1, pp. 51–56, 2017.
- [7] G. E. Yuliasuti, C. N. Prabiantissa, S. Agustini, and D. H. Sulaksono, "Optimasi Rute Jaringan Mikrotik dengan Algoritma Genetika," in *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VIII*, 2020, no. October, pp. 209–216.
- [8] A. M. Yattaqillah, I. Cholissodin, and B. D. Setiawan, "Optimasi Komposisi Makanan untuk Keluarga Penderita Diabetes Melitus Menggunakan Algoritma Genetika," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 2, pp. 1574–1582, 2019.

- [9] B. Sears and S. Bell, "Review The Zone Diet: An Anti-Inflammatory, Low Glycemic-Load Diet," *Metab. Syndr. Relat. Disord.*, vol. 2, no. 1, pp. 24–38, 2004.
- [10] R. Kurniawati, "Penjadwalan Perkuliahan dengan Metode Algoritma Genetika," *J. FATEKSA J. Teknol. dan Rekayasa*, vol. 6, no. 1, 2021.
- [11] I. Hidayat, S. Revo, L. Inkiriwang, and P. A. K. Pratisis, "Optimasi Penjadwalan Menggunakan Metode Algoritma Genetika Pada Proyek Rehabilitasi Puskesmas Minanga," *J. Sipil Statik*, vol. 7, no. 12, pp. 1669–1680, 2019.
- [12] A. Assagaf, A. Ibrahim, and C. Suranto, "Membangun Sistem Informasi Penjadwalan Dengan Metode Algoritma Genetika Pada Laboratorium Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Maluku Utara," *J. Ilm. Ilk. - Ilmu Komput. Inform.*, vol. 1, no. 2, pp. 95–105, 2018, doi: 10.47324/ilkominfo.v1i2.13.
- [13] S. Lukas, T. Anwar, and W. Yuliani, "Penerapan Algoritma Genetika Untuk Traveling Salesman Problem Dengan Menggunakan Metode Order Crossover Dan Insertion Mutation," *Semin. Nas. Apl. dan Teknol. Inf. (SNATI 2005)*, vol. 2005, no. Snati, pp. 1–5, 2005.
- [14] G. E. Yuliasuti, W. F. Mahmudy, and A. M. Rizki, "Penanganan Fuzzy Time Window pada Travelling Salesman Problem (TSP) dengan Penerapan Algoritma Genetika," *MATICS J. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 9, no. 1, pp. 38–43, 2017.
- [15] G. E. Yuliasuti, W. F. Mahmudy, and A. M. Rizki, "Implementation of Genetic Algorithm to Solving Travelling Salesman Problem with Time Window (TSP-TW) for Scheduling Tourist Destinations in Malang City," *J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–10, 2017.
- [16] H. Santoso and R. Sanuri, "Implementasi Algoritma Genetika dan Google Maps API Dalam Penyelesaian Traveling Salesman Problem with Time Window (TSP-TW) Pada Penjadwalan Rute Perjalanan Divisi Pemasaran STMIK El Rahma," *Teknika*, vol. 8, no. 2, pp. 110–118, 2019, doi: 10.34148/teknika.v8i2.187.
- [17] A. M. Rizki, W. F. Mahmudy, and G. E. Yuliasuti, "Optimasi Multi Travelling Salesman Problem (M-TSP) Untuk Distribusi Produk Pada Home Industri Tekstil Dengan Algoritma Genetika," *Klik - Kumpul. J. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 2, p. 125, 2017, doi: 10.20527/klik.v4i2.86.
- [18] G. E. Yuliasuti, A. M. Rizki, W. F. Mahmudy, and I. P. Tama, "Optimization of Multi-Product Aggregate Production Planning using Hybrid Simulated Annealing and Adaptive Genetic Algorithm," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 10, no. 11, pp. 484–489, 2019, doi: 10.14569/IJACSA.2019.0101167.
- [19] I. F. Rozi, A. T. Firdausi, and T. R. Rahmadhany, "Penentuan Bahan Makanan Untuk Itik Petelur Menggunakan Algoritma Genetika," *J. Inform. Polinema*, vol. 7, no. 2, pp. 91–96, 2021, doi: 10.33795/jip.v7i2.514.
- [20] C. N. Jonathan *et al.*, "Implementasi Metode Algoritma Genetika Pada Penentuan Menu Makanan Untuk Membentuk Berat Badan Ideal," *J. Teknol. Inf. dan Terap.*, vol. 6, no. 1, pp. 35–40, 2019, doi: 10.25047/jtit.v6i1.93.