

## Optimasi Komposisi Bahan Makanan untuk Atlet menggunakan Algoritma Genetika

N. M. Simanjuntak<sup>1</sup>, M. F. Husaen<sup>2</sup>, S. M. K. H. Nurakhmadyavi<sup>3</sup>, Zaidurrohman<sup>4</sup>

Departemen Ilmu Komputer dan Elektronika, FMIPA UGM, Yogyakarta, Indonesia

e-mail: <sup>1</sup>nicholas.m.s@mail.ugm.ac.id, <sup>2</sup>faqihhusaen@mail.ugm.ac.id,

<sup>3</sup>ima54a@mail.ugm.ac.id, <sup>4</sup>zaidurrohman@mail.ugm.ac.id

### Abstrak

Pemenuhan kebutuhan gizi bagi atlet merupakan hal yang penting. Pemenuhan kebutuhan gizi tersebut didapat dari mengonsumsi makanan sehari-hari. Unsur gizi yang memberikan kalori bagi tubuh manusia adalah karbohidrat, lemak, dan protein. Algoritma genetika adalah metode optimasi yang dapat digunakan untuk menentukan kombinasi bahan makanan untuk pemenuhan kebutuhan gizi atlet dengan harga seminimal mungkin. Pada penelitian ini digunakan dataset berupa 200 bahan makanan beserta kandungan karbohidrat, protein, lemak, dan harga bahan makanan tersebut. Dari dataset tersebut akan dibentuk populasi dengan jumlah beragam. Setiap kromosom memiliki panjang 15, masing-masing gen pada kromosom merepresentasikan nomor bahan makanan. Fungsi fitness yang digunakan yaitu total harga bahan makanan dalam satu kromosom dan penalti berupa selisih antara total kebutuhan gizi dengan total kandungan gizi dari bahan makanan. Hasil akhir dari uji coba adalah kombinasi 15 bahan makanan untuk siklus makan satu hari yang memenuhi kebutuhan gizi atlet dengan harga minimum.

**Kata kunci**—Algoritma genetika, optimasi kombinasi bahan makanan, atlet.

### 1. PENDAHULUAN

Pemenuhan kebutuhan gizi bagi seorang atlet adalah hal yang sangat penting untuk menunjang performanya. Total kebutuhan gizi seseorang didapatkan dari perhitungan Angka Metabolisme Basal (AMB), yaitu banyaknya kalori yang terbakar saat seseorang sedang istirahat, dan *Total Energy Expenditure* (TEE), yaitu total kalori yang terbakar saat seseorang melakukan aktivitas. Terdapat tiga macam unsur gizi yang memberikan kalori ke tubuh manusia, yaitu karbohidrat, protein, dan lemak [1]. Pemenuhan kebutuhan gizi atlet didapatkan dengan mengonsumsi makanan yang terbuat dari bahan-bahan yang memiliki kandungan gizi seimbang. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem yang dapat menentukan kombinasi optimal bahan-bahan makanan yang dapat memenuhi kebutuhan gizi harian seorang atlet dan tentunya dengan harga seminimum mungkin. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang sebuah sistem yang dapat menentukan kombinasi bahan makanan yang dapat memenuhi kebutuhan gizi seorang atlet dengan harga seminimal mungkin. Algoritma genetika sebagai sebuah metode penyelesaian permasalahan pencarian kombinasi optimal dapat digunakan untuk merancang sistem ini. Pada penelitian ini, kami menggunakan algoritma genetika dengan ukuran populasi yang bervariasi, panjang kromosom adalah 15 yang merepresentasikan nomor-nomor bahan makanan yang dilabeli dengan kandungan gizi berupa karbohidrat, protein, dan lemak, dan juga harga bahan makan. Kami menggunakan dataset sebanyak 200 bahan makanan beserta kandungan gizi dan

harganya. Keluaran akhir dari program yang kami buat adalah kombinasi 15 bahan makanan untuk siklus makan satu hari seorang atlet di mana bahan-bahan makanan tersebut sudah memenuhi kebutuhan gizi atlet dan dengan harga minimum.

## 2. METODE PENELITIAN

Sistem yang kami kembangkan menghasilkan keluaran akhir berupa bahan makanan yang dapat digunakan sebagai menu makan dalam satu hari. Pemilihan bahan makanan disesuaikan dengan kebutuhan kalori berdasarkan berat badan, tinggi badan, usia, jenis kelamin, dan aktivitas fisik yang dilakukan oleh atlet. Sumber kalori yang diperhitungkan adalah protein, lemak, dan karbohidrat. Penerapan algoritma genetika dalam sistem akan dijelaskan pada segmen berikut.

### 2.1. Dataset

Dataset kandungan gizi untuk setiap bahan makanan didapatkan dari tabel komposisi pangan Indonesia tahun 2017 dari kementerian kesehatan. Dalam studi ini, digunakan sebanyak 200 bahan makanan yang dipilih secara acak [2]. Harga yang digunakan didapatkan dari salah satu *e-commerce* dengan daerah D.I.Yogyakarta.

### 2.2. Penghitungan Kebutuhan Atlet

Kebutuhan gizi atlet dihitung dengan langkah-langkah berikut:

#### 1. Menghitung Angka Metabolisme Basal (AMB)

Menurut [3], AMB untuk laki-laki dapat dihitung dengan persamaan 1. Di sisi lain, AMB untuk perempuan dapat dihitung dengan persamaan 2.

$$66,5 + (13,7 \times BB) + (5 \times TB) - (6,8 \times U) \quad (1)$$

$$65,5 + (9,6 \times BB) + (1,8 \times TB) - (4,7 \times U) \quad (2)$$

dengan:

BB = Berat Badan (kilogram)

TB = Tinggi Badan (centimeter)

U = Usia (tahun)

#### 2. Menghitung Total Energy Expenditure (TEE)

$$TEE = AMB \times \text{Faktor aktivitas} \quad (3)$$

Perhitungan TEE dapat dilakukan dengan persamaan 3, yakni mengalikan AMB yang telah didapatkan dengan faktor aktivitas [3]. Faktor aktivitas sendiri adalah sebuah bilangan yang besarnya disesuaikan dengan jenis aktivitas yang dilakukan seseorang. Adapun rincian nilai faktor aktivitas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Faktor Aktivitas Berdasarkan Kegiatan [4]

Kelompok Aktivitas	Contoh Jenis Kegiatan	Nilai Faktor Aktivitas
Istirahat Total	Bed Rest, dalam keadaan koma.	1
Sangat Ringan	Kegiatan yang dilakukan dengan berdiri atau duduk, melukis, mengemudi,	1,3

	kegiatan laboratorium, menulis, menjahit, menyetrika, memasak, bermain kartu, bermain musik	
Ringan	Berjalan di jalan rata 4-4,8 km/jam, pekerjaan elektronik, memahat, pekerjaan restoran, bengkel, membersihkan rumah, mengasuh anak, golf, bermain tenis meja.	Laki-laki: 1,6 Perempuan: 1,5
Sedang	Berjalan 5,6-6,4 km/jam, menyangi rumput, mencangkul, membawa beban sedang ( +- 10kg), bersepeda, bermain ski, bermain tenis.	Laki-laki: 1,7 Perempuan: 1,6
Berat	Berjalan menanjak dengan membawa beban berat, menebang pohon, bermain basket, memanjat, bermain sepak bola, berenang.	Laki-laki: 2,1 Perempuan: 1,9
Sangat Berat	Berlari marathon, berlari/mendayung dengan cepat, bekerja sangat keras yang luar biasa.	Laki-laki: 2,4 Perempuan: 2,2

### 3. Menghitung kebutuhan Protein, Karbohidrat, dan Lemak

Serupa dengan studi terkait [5], kebutuhan karbohidrat dapat dihitung dengan rumus pada persamaan 4, sedangkan kebutuhan protein dapat dilakukan dengan persamaan 5. Untuk kebutuhan lemak, dapat dihitung dengan persamaan 6.

$$60\% \times \text{TEE} \quad (4)$$

$$25\% \times \text{TEE} \quad (5)$$

$$15\% \times \text{TEE} \quad (6)$$

Untuk perhitungan pada fungsi fitness, nilai kebutuhan gizi yang digunakan adalah 95% dari kebutuhan gizi sebenarnya, mengingat output dari algoritma ini adalah bahan mentah yang masih perlu untuk diolah, yang tentunya bahan-bahan untuk pengolahannya juga menyumbang kandungan gizi. Untuk itu kami mengalokasikan 5% dari kebutuhan karbohidrat, lemak, dan protein sebenarnya untuk mengakomodasi tambahan gizi dari bahan-bahan pengolahan makanan.

### 2.3. Algoritma Genetika

Skema algoritma genetika yang digunakan serupa dengan studi pada [5]. Namun, dalam studi ini dilakukan penyempurnaan pada perhitungan penalti, di mana penalti dihitung berdasarkan selisih kebutuhan dan kandungan gizi, bukan hanya ketika kandungan gizi kurang dari kebutuhan gizi. Selain itu, semua perhitungan gizi dilakukan dalam satuan kalori, berbeda dengan [5] yang menggunakan satuan kalori untuk kebutuhan gizi, namun menggunakan gram untuk kandungan gizi pada kromosom.

#### 2.3.1. Bentuk Pengkodean

Bentuk pengkodean yang digunakan adalah pengkodean integer dimana satu buah individu memiliki satu buah kromosom. Setiap kromosom terdiri dari gen yang merepresentasikan bahan makanan dengan jumlah 15. Bahan makanan direpresentasikan dalam bentuk indeks mulai dari 0 hingga 199, yakni sesuai banyaknya bahan makanan. Skema kromosom dapat dilihat pada Gambar 1.

$$Kromosom = [gen_1, gen_2, gen_3, ..., gen_{14}, gen_{15}]$$

Gambar 1. Skema kromosom

#### 2.3.2. Fungsi Fitness

Untuk menghitung nilai fitness menggunakan persamaan 7, namun pada perhitungan kebutuhan gizi menggunakan 95% dari kebutuhan sebenarnya.

$$Fitness = \frac{1}{\frac{\sum \text{harga}}{1000} + \text{penalti}} \quad (7)$$

Apabila kandungan gizi pada makanan tidak sama dengan kebutuhan gizi, maka dilakukan penalti dengan menggunakan persamaan 8.

$$\text{penalti} = \alpha(\text{penalti}_{\text{karbohidrat}}) + \alpha(\text{penalti}_{\text{protein}}) + \alpha(\text{penalti}_{\text{lemak}}) \quad (8)$$

dengan  $\alpha$  merupakan bobot penalti dan penalti masing-masing gizi merupakan selisih antara kebutuhan gizi atlet dengan kandungan gizi pada kromosom, yang dapat dilihat pada persamaan 9, 10, dan 11.

$$\text{penalti}_{\text{karbohidrat}} = |total_{\text{karbohidrat}} - kebutuhan_{\text{karbohidrat}}| \quad (9)$$

$$\text{penalti}_{\text{protein}} = |total_{\text{protein}} - kebutuhan_{\text{protein}}| \quad (10)$$

$$\text{penalti}_{\text{lemak}} = |total_{\text{lemak}} - kebutuhan_{\text{lemak}}| \quad (11)$$

#### 2.3.3. Selection

Metode seleksi yang digunakan pada penelitian ini adalah *tournament selection* karena menurut studi komparasi pada [6], banyak dari penelitian-penelitian sebelumnya yang menggunakan *tournament selection* karena lebih cepat dan lebih efisien dibanding *roulette wheel* (dalam hal konvergensi). Namun, pada skema *generational model*, tidak dilakukan *selection* karena semua individu dalam populasi akan menjadi orang tua.

#### 2.3.4. Crossover

Penghitungan keturunan dari parent dilakukan dengan menggunakan *multipoint crossover* dengan 2 titik yang dipilih secara acak. Probabilitas

*crossover* dikendalikan oleh probabilitas *crossover*. Contoh *crossover* dapat dilihat pada Gambar 2.

parent 1	3	9	100	45	98	70	125	16	3	86	90	58	168	1	45
parent 2	34	56	45	100	71	70	93	2	34	86	29	10	71	10	78
offspring 1	3	9	100	45	98	70	93	2	34	86	90	58	168	1	45
offspring 2	34	56	45	100	71	70	125	16	3	86	29	10	71	10	78

Gambar 2. Contoh *crossover*

### 2.3.5. Mutasi

Metode mutasi yang akan kami terapkan adalah metode *creep* atau perlahan. Nilai *creep* merupakan nilai random antara -3 hingga 3. Skema mutasi dapat dilihat pada Gambar 3. Tujuan digunakannya metode ini adalah agar mengurangi risiko nilai keluar dari domain. Namun, jika terjadi mutasi yang keluar dari domain, akan diberikan nilai acak antara 0 hingga 199, yakni sesuai dengan banyaknya data.

offspring 1	3	9	100	45	98	70	93	2	34	86	90	58	168	1	45
mutasi offspring 1	6	9	102	45	95	70	93	0	34	86	87	58	168	2	45

Gambar 3. Skema mutasi

### 2.3.6. Update Generasi

Pada penelitian ini, terdapat dua metode *update* generasi yang digunakan, yaitu *generational model* dan *continuous update*. Pada metode *generational model*, keseluruhan populasi akan digantikan oleh keturunan yang dihasilkan. Sementara pada metode *continuous update*, populasi mengambil individu dari populasi sebelum dan keturunan yang dipilih secara acak.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam studi ini, dilakukan eksperimen pencarian bahan makanan untuk seorang atlet laki-laki berusia 23 tahun, dengan berat badan 70 kilogram, tinggi badan 175 centimeter, dan aktivitas ringan. Sistem yang dikembangkan telah berhasil menghasilkan 15 bahan makanan yang disesuaikan dengan kebutuhan gizi atlet dengan harga minimum. Contoh bahan makanan yang dihasilkan terdapat pada Gambar 4. Implementasi program telah diunggah pada laman GitHub<sup>1</sup>.

No	Bahan	Satuan (gr)	Protein(gr)	Lemak(gr)	Karbohidrat(gr)	Protein(kal)	Lemak(kal)	Karbohidrat(kal)	Harga (IDR)	total kalori	
53	53	Ikan kakap	100	20.0	0.7	0.0	80.0	6.3	0.0	9500	86.3
190	190	Talas bogor	200	2.8	0.8	50.0	11.2	7.2	200.0	4200	218.4
13	13	Kentang segar	100	2.1	0.2	33.7	8.4	1.8	134.8	1860	145.0
123	123	Lepok	100	2.8	1.2	39.8	11.2	10.8	159.2	25000	181.2
176	176	Daun ndusuk	100	1.7	0.5	38.8	6.8	4.5	155.2	5000	166.5
81	81	Ikan tongkol	100	13.7	1.5	8.0	54.8	13.5	32.0	5300	100.3
8	8	Kacang kedelai segar	100	30.2	15.6	30.1	120.8	140.4	120.4	2900	381.6
88	88	Umbut kelapa	100	2.0	0.2	7.2	8.0	1.8	28.8	5500	38.6
3	3	Beras ketan hitam	100	8.0	2.3	74.5	32.0	20.7	298.0	1750	350.7
177	177	Ikan kembung	100	21.3	3.4	2.2	85.2	30.6	8.8	3800	124.6
150	150	Kepiting	150	13.8	3.8	14.1	55.2	34.2	56.4	12600	145.8
60	60	Telur bebek tambak	100	10.9	12.4	7.9	43.6	111.6	31.6	4000	186.8
85	85	Kluwih segar	100	1.5	0.3	27.2	6.0	2.7	108.8	1660	117.5
28	28	Udang	150	21.0	0.2	0.1	84.0	1.8	0.4	13720	86.2
91	91	Jamur encik	100	9.4	1.1	62.0	37.6	9.9	248.0	5960	295.5

Gambar 4. Contoh Bahan Makanan

<sup>1</sup> <https://github.com/imaqn/genetic-algorithm>

Untuk mencari parameter terbaik dari algoritma genetika yang dikembangkan, dilakukan eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui ukuran populasi, probabilitas crossover, dan probabilitas mutasi yang optimal. Eksperimen dilakukan dengan menggunakan *exhaustive search* sesuai dengan Tabel 2. Dari eksperimen yang dilakukan, dapat diketahui bahwa ukuran populasi yang terbaik adalah berjumlah 50, probabilitas *crossover* terbaik bernilai 0.85, dan probabilitas mutasi terbaik bernilai 0.067, dengan nilai fitness 0.00814100215736563.

Tabel 2. Parameter yang Digunakan dalam Eksperimen

Parameter	Nilai
Ukuran Populasi	10, 30, 50
Probabilitas Crossover	0.8, 0.85, 0.9
Probabilitas Mutasi	0.0002, 0.067
Cacah Generasi	100

#### 4. KESIMPULAN

Sistem yang dikembangkan pada penelitian ini telah berhasil menerapkan algoritma genetika dan dapat digunakan untuk membantu seseorang dalam menentukan menu harian yang sesuai dengan kebutuhan dan aktivitas mereka dengan harga minimum. Dari eksperimen yang dilakukan, dapat diketahui bahwa ukuran populasi yang terbaik adalah berjumlah 50, probabilitas crossover terbaik bernilai 0.85, probabilitas mutasi terbaik bernilai 0.067, dan cacah generasi 100 dengan nilai fitness 0.00814100215736563. Hasil demikian diperoleh dengan skema *continuous update*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. MOEHJI, *Ilmu Gizi jilid 2*, Cet. 6. Bhartara Karya Aksara, 1982.
- [2] "Data Komposisi Pangan Indonesia - Beranda." [https://www.panganku.org/id-ID/cari\\_nutrisi](https://www.panganku.org/id-ID/cari_nutrisi) (diakses 20 Desember 2022).
- [3] A. Hartono, *Asuhan Nutrisi Rumah Sakit*. 1999.
- [4] B. A. Bowman dan R. M. Russel, *Present Knowledge in Nutrition*, 8 ed.
- [5] M. I. Pratiwi, "Implementasi Algoritma Genetika Pada Optimasi Biaya Pemenuhan Kebutuhan Gizi," Sarjana, Universitas Brawijaya, 2014. Diakses: 8 September 2022. [Daring]. Tersedia pada: <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/145956/>
- [6] A. Shukla, H. M. Pandey, dan D. Mehrotra, "Comparative review of selection techniques in genetic algorithm," dalam *2015 International Conference on Futuristic Trends on Computational Analysis and Knowledge Management (ABLAZE)*, Greater Noida, India, Feb 2015, hlm. 515–519. doi: 10.1109/ABLAZE.2015.7154916.