
OPTIMASI BIAYA DAN ASUPAN GIZI PASIEN DIET KHUSUS DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA EVOLUTION STRATEGIES

Melly Yansari¹, Dian Eka Ratnawati², Marji²

^{1,2}Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya

Jl. Veteran No. 8, Malang 65145

Email: ¹mellyyansari@yahoo.com ²dian_ilkom@ub.ac.id, ²marji@ub.ac.id

Abstrak

Harga bahan makanan di Indonesia saat ini terus meningkat. Sedangkan masyarakat Indonesia harus pandai menyalakan makanan harian mereka dengan kecukupan gizi yang terpenuhi namun dengan biaya yang optimal juga. Pemenuhan gizi yang baik adalah gizi yang terpenuhi seimbang dimana tidak berlebihan maupun tidak kekurangan. Karena itu, diperlukan perhitungan gizi setiap individunya besar gizi yang dibutuhkan. Dalam optimasi kebutuhan gizi ini bukan hanya dialami orang sehat saja. Orang yang menjalani diet khusus juga memerlukan pemenuhan gizi harian mereka. Diet khusus disini adalah orang-orang penderita diabetes mellitus dimana harus memperhatikan kandungan karbohidratnya, penderita jantung yang harus memperhatikan asupan lemaknya dan penderita hati yang harus memperhatikan asupan proteinnya.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dapat diatasi dengan mengganti atau mengkombinasikan berat bahan makanan yang mahal dengan bahan makanan yang murah dengan tetap menjaga asupan gizi yang sesuai kebutuhan. Pada penelitian ini digunakan metode algoritma evolution strategies dengan menerapkan pengkodean floating point, mutation, dan elitism selection untuk membantu menentukan kombinasi berat bahan makanan yang memenuhi kebutuhan gizi berdasarkan data pasien, komposisi bahan makanan, dan batasan biaya yang dimasukkan pengguna. Terdapat 118 bahan makanan yang digunakan dengan kandungan gizi berupa karbohidrat, protein, dan lemak. Dimana 118 bahan makanan ini dibagi-bagi berdasarkan jenis penyakit. Untuk metode reproduksi yang digunakan adalah mutation. Sedangkan metode seleksi yang digunakan adalah elitism selection. Dari hasil pengujian parameter algoritma genetika diperoleh ukuran populasi terbaik sebesar 200 individu, jumlah generasi terbaik sebanyak 250 generasi, dan banyak offspring sebanyak 7. Berdasarkan uji coba terhadap 4 studi kasus, diketahui bahwa sistem dapat menghasilkan hasil komposisi bahan makanan yang masih dalam batas toleransi kecukupan gizi pasien diet khusus.

Kata Kunci: *Algoritma Evolution Strategies, Kombinasi Berat Bahan Makanan, Pasien Diet Khusus*

Abstract

Food prices in Indonesia today continues to increase. While the Indonesian people must be good at their daily meals with nutritional adequacy are met but with an optimal cost as well. Good nutrition is balanced nutrition fulfilled which is not excessive and does not lack. Therefore, the necessary nutrients each individual calculation major nutrients needed. In the optimization of nutritional requirements is not only experienced healthy people only. People who undergo a special diet also requires the fulfillment of their daily nutrition. Special Diet here are people with diabetes mellitus which should memeperhatikan carbohydrate content, heart patients should pay attention to fat intake and heart patients should pay attention to the protein intake.

To overcome these problems, can be solved by replacing or combining groceries are expensive with inexpensive foodstuffs while maintaining the nutritional intake as needed. In this study used a method evolution algorithm coding strategies to implement floating point, uniform mutation, and elitism selection to help determine the combined weight of foodstuffs which meet the nutritional needs based on patient data, food composition, and cost limit entered by the user. There are 118 food ingredients that are used with the nutrients such as carbohydrates, protein, and fat. 118 where this food is broken down by type of disease. For reproduction method used is the mutation rate. While the selection method used is elitism selection. From the test results obtained by the genetic algorithm parameter best population size of 200 individuals, the number of the best generation of 250 generations, and many offspring as many as 7. Based on the trial against the four case studies, it is known that the system can produce food composition is still within the tolerance limits adequacy nutritional patient special diets.

Keywords: *Evolution Strategies algorithms , Combination Weight Foodstuffs , Patient Special Diet*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Harga bahan makanan di Indonesia saat ini terus meningkat. Sedangkan masyarakat Indonesia harus pandai menyiasati makanan harian mereka dengan kecukupan gizi yang terpenuhi namun dengan biaya yang optimal juga. Pemenuhan gizi yang baik adalah gizi yang terpenuhi seimbang dimana tidak berlebihan maupun tidak kekurangan. Karena itu, diperlukan perhitungan gizi setiap individunya besar gizi yang dibutuhkan. Dalam optimasi kebutuhan gizi ini bukan hanya dialami orang sehat saja. Orang yang menjalani diet khusus juga memerlukan pemenuhan gizi harian mereka. Diet khusus disini adalah orang-orang penderita diabetes mellitus dimana harus memperhatikan kandungan karbohidratnya, penderita jantung yang harus memperhatikan asupan lemaknya dan penderita hati yang harus memperhatikan asupan proteinnya.

Langkah optimasi ini diharapkan mampu mengatasi permasalahan-permasalahan yang dialami pasien dite khusus. Tujuan optimasi ini membantu menentukan kombinasi berat bahan makanan yang memenuhi kebutuhan gizi berdasarkan komposisi berat bahan makanan dan batasan yang diinginkan. Salah satu algoritma yang bisa dipakai untuk melakukan optimasi ialah dengan menggunakan Algoritma Evolusi. Terdapat beberapa algoritma yang termasuk dalam algoritma Evolusi antara lain Genetic Algorithm, Genetic Programming, Evolution Strategies, Differential Evolution, Evolutionary Programming, dan Grammatical Evolution.

Yang akan dilakukan peneliti dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan algoritma optimasi Evolution Strategies. Pemilihan algoritma ini disebabkan karena kecepatan proses yang dilakukan lebih baik jika dibandingkan dengan Genetic Algorithm. Algoritma evolution strategies (ES) merupakan cabang dari evolution algorithm yang baik digunakan untuk optimasi. ES merupakan algoritma berbasis populasi yang sangat sesuai untuk permasalahan kompleks yang sulit diselesaikan dengan pendekatan analisis berbasis model matematis (Mahmudy, WF, Marian, RM & Luong, 2013). Algoritma evolution strategies pernah digunakan untuk penyelesaian Vehicle Routing Problem pada distribusi minuman soda XYZ. Penelitian yang dilakukan oleh Harun (2014) bahannjukkan ukuran populasi (μ) = 80, ukuran offspring (λ) = 2μ , dan jumlah generasi 2000 dapat menyelesaikan masalah VRPTW dengan waktu kurang lebih 30 detik.

Ada salah satu penelitian yang membahas optimasi asupan gizi pasien diet yaitu penelitian yang dilakukan oleh Karid (2015) bahannjukkan bahwa algoritma genetik dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi asupan gizi pasien diet. Dalam penelitian tersebut memakai data

bahan makanan Daftar Komposisi Bahan Makanan (DKBM) Indonesia yang diterbitkan oleh Depkes 2005.

Berdasarkan permasalahan di atas, solusi yang ditawarkan adalah dengan mengoptimasi biaya dan asupan gizi pasien diet menggunakan algoritma evolution strategies. Penelitian ini bertujuan untuk memaksimalkan asupan gizi pada pasien diet dengan biaya yang minimal melalui optimasi komposisi berat bahan makanan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana mengimplementasikan algoritma *evolution strategies* untuk optimasi biaya dan asupan gizi pasien diet khusus ?
2. Bagaimana menentukan nilai-nilai parameter *evolution strategies* yang tepat ?

1.3 Batasan Masalah

1. Sistem dirancang untuk diaplikasikan pada orang-orang sehat dan yang memiliki penyakit diabetes mellitus, jantung, hati dimana bahan makanannya perlu di kontrol.
2. Faktor yang mempengaruhi dibatasi jenis kelamin, usia, tinggi badan, berat badan.
3. Kebutuhan nutrisi yang digunakan dalam perhitungan adalah jumlah kalori dan macronutrient (protein, lemak dan karbohidrat).
4. Terdapat 118 macam bahan makanan yang dapat dioptimasi
5. Biaya pengeluaran optimum ditentukan dari komposisi jumlah makanan yang telah dipilih

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Diet Pada Penderita Penyakit Diabetes Melitus

Diabetes mellitus, yang lebih dikenal di Indonesia dengan sebutan penyakit “kencing manis” merupakan salah satu penyakit yang prevalensinya kian meningkat. Diabetes mellitus merupakan kelainan pengolahan karbohidrat dalam tubuh yang disebabkan oleh kurangnya hormon insulin, sehingga karbohidrat tidak dapat dipergunakan oleh sel untuk diubah menjadi tenaga. Akibatnya karbohidrat yang ada di dalam tubuh dalam bentuk glukosa akan tertumpuk dalam darah sehingga terjadi peningkatan glukosa dalam darah. (Dewi, et al., 2013).

Tujuan terapi diet pada diabetes mellitus (Dewi, et al., 2013):

1. Memberikan zat gizi yang cukup untuk mempertahankan status gizi pasien
2. Mempertahankan berat badan untuk pasien usi dewasa, mencapai pertumbuhan pada pasien usia muda

3. Mencegah munculnya komplikasi akut/kronik
4. Membatasi asupan bahan makanan dengan indeks glikemik tinggi

2.2 Diet Pada Penyakit Jantung

Salah satu penyakit jantung yang semakin banyak diidap, yaitu jantung koroner dapat disebabkan penyumbatan dan penyempitan pembuluh arteri koroner akibat penumpukan lemak (kolesterol ataupun trigliserida) di bawah lapisan terdalam (endothelium) dinding pembuluh nadi. Faktor risiko utama penyakit yang satu ini adalah penambahan berat badan atau kegemukan, hipertensi, hiperlipidemia. Faktor risiko lainnya adalah stress, genetik, umur dan diabetes mellitus. (Dewi, et al., 2013)

Tujuan diet pada penyakit jantung (Dewi, et al., 2013):

1. Memberikan makanan yang tepat tanpa memberatkan kerja jantung
2. Mencegah atau menghilangkan penimbunan garam dan air
3. Menurunkan berat badan bila terlalu gemuk

2.3 Diet Pada Penderita Penyakit Hati

Hati (liver) merupakan organ terbesar dalam tubuh manusia. Di dalam hati terjadi proses-proses penting bagi kehidupan yaitu proses penyimpanan energi, pembentukan protein dan asam empedu, pengaturan metabolisme kolesterol, dan penetralan racun/obat yang masuk dalam tubuh. Hati yang sehat bisa menyaring racun dan melakukan proses detoksifikasi secara optimal. Bila hati sakit, otomatis racun bakal tertumpuk dan tubuh rentan terkena penyakit serius. (Pramono, 2010)

Tujuan diet sehat untuk penderita penyakit hati adalah memberikan makanan cukup untuk mempercepat perbaikan fungsi tanpa memperberat kerja hati. Syaratnya diet untuk penderita penyakit hati adalah: (Aryanto, 2015)

1. Kalori tinggi, kandungan karbohidrat tinggi, lemak sedang dan protein disesuaikan dengan keadaan penderita
2. Diet diberikan secara bertahap, disesuaikan dengan nafsu makan dan toleransi penderita
3. Cukup vitamin dan mineral
5. Rendah garam atau cairan dibatasi bila terjadi penimbunan garam atau air
6. Mudah dicerna dan tidak merangsang
7. Hindari bahan makanan yang mengandung gas
8. Bila berat badan berlebihan, harus diturunkan secara bertahap sesuai kebutuhan penderita
9. Bahan makanan yang mengandung lemak dan kolesterol.

2.4 Diet Pada Orang Sehat

Diet pada orang sehat biasanya dilakukan untuk menurunkan berat badan atau sebaliknya, meningkatkan berat badan. Diet ini juga dapat bermanfaat untuk menjaga kesehatan tubuh dan terhindar dari penyakit tergantung jenis diet yang diterapkan. Diet tersebut dilakukan untuk mengatur asupan gizi tertentu dengan cara mengonsumsi makanan sesuai kebutuhan gizi. (Karid, 2015)

2.5 Gizi

Dalam bidang kesehatan, istilah gizi (sering disebut pula nutrisi) diartikan sebagai sebuah proses dalam tubuh makhluk hidup untuk memanfaatkan makanan guna pembentukan energi, tumbuh-kembang dan pemeliharaan tubuh. Ilmu gizi mempelajari proses tersebut. Nutrient atau zat-zat gizi merupakan substansi biokimia yang digunakan tubuh dan harus diperoleh dengan jumlah yang sama kuat dari makanan yang kita makan. Nutrien terdiri atas kelompok makronutrien dan mikronutrien. Hidrat arang, lemak, dan protein digolongkan ke dalam kelompok makronutrien karena dikonsumsi dengan jumlah relative besar (ukuran gram), sedangkan vitamin dan mineral digolongkan ke dalam mikronutrien karena diperlukan tubuh dengan jumlah relative kecil (microgram hingga milligram) dan sebagian besar didaur ulang dalam tubuh sendiri. (Andry, 2006)

2.5.1 Energi

Energi basal adalah energi minimal yang diperlukan tubuh dalam keadaan istirahat, paling sedikit dua belas jam setelah makan, mental dan fisik dalam keadaan istirahat total, berbaring tapi tidak tidur, dan suhu ruangan sekitar 25 derajat celcius. Energi basal dipengaruhi oleh luas badan (ditentukan oleh faktor berat badan dan tinggi badan) umur, jenis kelamin, cuaca, ras, status gizi, penyakit, dan hormon. (Karyadi & Muhilal, 1988)

2.5.2 Karbohidrat

Karbohidrat merupakan sumber energi utama yang disediakan melalui makanan sehari-hari. Sekitar 60-80% dari seluruh kalori makanan berasal dari karbohidrat. Bahan makanan pokok seperti padi-padian atau biji-bijian, sagu, dan ketela merupakan bahan yang mengandung karbohidrat dalam jumlah yang tinggi. Sumber karbohidrat dalam bentuk gula diantaranya gula pasir dan madu. (Susanto & Dewanti, 2004)

2.5.3 Lemak

Lemak adalah sumber energy lain di samping Karbohidrat dan protein. Setiap gram lemak menghasilkan 9 kalori lebih besar dari karbohidrat dan protein. Lemak adalah senyawa organik yang mengandung Carbon (C), Hidrogen (H) dan Oksigen

(O) dan larut dalam alcohol dan larutan organik lainnya akan tetapi tidak larut dalam air. (Dewi, et al., 2013)

2.5.4 Protein

Protein merupakan zat gizi yang sangat penting bagi tubuh manusia karena diperlukan sebagai bahan pembentuk jaringan tubuh dan pengatur metabolisme. (Susanto & Dewanti, 2004)

2.6 Angka Kebutuhan Gizi

Angka kebutuhan gizi (Dietary Requirements) adalah banyaknya zat-zat gizi yang dibutuhkan seseorang (individu) untuk mempertahankan dan mencapai status gizi (Almatsier, 2004b). Angka kebutuhan gizi berbeda dengan angka kecukupan gizi (AKG). Angka kecukupan gizi atau Recommended Dietary Allowance (RDA) adalah tingkat konsumsi zat-zat gizi esensial yang dinilai cukup untuk memenuhi kebutuhan gizi hampir semua orang sehat di suatu negara (Almatsier, 2004a).

2.6.1 Kebutuhan Energi

Angka Metabolisme Basal (AMB) atau Basal Metabolic Rate (BMR) adalah kebutuhan energi minimal yang dibutuhkan tubuh untuk menjalankan proses tubuh yang vital. Kebutuhan energi metabolisme basal termasuk jumlah energi yang diperlukan untuk pernapasan, peredaran darah, pekerjaan ginjal, pankreas, dan lain-lain alat tubuh, serta untuk proses metabolisme di dalam sel-sel dan untuk mempertahankan suhu tubuh. (Ilma, 2011)

Penentuan kebutuhan energi dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

$$kebEnergi = AMB \times AF \quad (1)$$

Keterangan:

AMB = Nilai AMB

AF = Nilai aktivitas fisik pasien

1. Menentukan nilai AMB

$$AMB \text{ (Laki - laki)} = 66 + (13,7 * BB) + (5 * TB) - (6,8 * U) \quad (2)$$

$$AMB \text{ (Perempuan)} = 655 + (9,6 * BB) + (1,8 * TB) - (4,7 * U) \quad (3)$$

Keterangan:

BB = Berat Badan (kg)

TB = Tinggi Badan (cm)

U = Usia (tahun)

2. Menentukan kebutuhan energi untuk aktivitas fisik

Aktivitas fisik dapat dibagi dalam empat golongan, yaitu sangat ringan, ringan, sedang, dan berat. Kebutuhan energi untuk berbagai aktivitas fisik dapat dinyatakan dalam kelipatan AMB (Tabel 1).

Tabel 1. Cara menaksir kebutuhan energi menurut aktivitas dengan menggunakan kelipatan AMB

Ativitas	Gender	
	Laki-laki	Perempuan
Sangat Ringan	1,30	1,30
Ringan	1,65	1,55
Sedang	1,76	1,70
Berat	2,10	2,00

Sumber : Atmasier, 2004, Penuntun Diet

2.6.2 Kebutuhan Karbohidrat, Lemak, Protein

Jumlah kebutuhan karbohidrat adalah 65% dari kebutuhan energi total, kebutuhan lemak adalah 20%, dan kebutuhan protein adalah 15%. Sedangkan tiap 1 g karbohidrat sama dengan 4 Kal, 1 g lemak sama dengan 9 Kal, dan 1 g protein sama dengan 4 Kal.

2.7 Evolution Strategies

Evolution Strategies pertama kali dikembangkan pada tahun 1960-an oleh mahasiswa Technical University of Berlin (TUB) yaitu Ingo Rechenberg dan Hans-Paul Schwefel. Konsep yang mendasari timbulnya ES adalah konsep evolusi dan seleksi alam yang dikemukakan oleh Charles Darwin. Fungsi dari ES adalah untuk menemukan (atau mendekati) solusi optimal dari suatu permasalahan (Beyer, 2002).

2.7.1 Struktur Dasar Evolution Strategies

Prosedur umum dalam ES dapat dinyatakan dengan istilah (μ, λ) . Di mana μ adalah jumlah solusi awal atau populasi awal, sedangkan λ merupakan jumlah solusi yang dihasilkan dari generasi awal (offspring). (μ, λ) juga mengartikan bahwa generasi awal atau populasi awal (μ) tidak diikutsertakan pada proses seleksi untuk generasi berikutnya dan hanya melibatkan hasil offspring (λ). Selain bentuk (μ, λ) terdapat pula bentuk $(\mu + \lambda)$ di mana populasi awal (μ) dan hasil offspring (λ) akan dilibatkan pada seleksi (Brownlee, 2011).

2.7.2 Komponen Utama Evolution Strategies

Ada beberapa komponen utama dalam algoritma *evolution strategies*. Berikut adalah komponen-komponen utama tersebut :

2.7.2.1 Representasi Kromosom

Representasi Kromosom merupakan salah satu hal penting dalam *evolution strategies*. Penentuan representasi kromosom yang sesuai akan sangat mempengaruhi kualitas solusi yang dihasilkan oleh *evolution strategies*. Pada penelitian ini, penulis akan menggunakan representasi *real* pada interval [0..1]. Dalam representasi *real*, setiap gen bernilai *floating point* (decimal).

0,67	0,87	0,57	0,34	0,76
------	------	------	------	------

Parent 1

Gambar 1. Contoh Representasi kromosom *real*

2.7.2.2 Mutasi

Mutasi digunakan sebagai operator untuk menjaga keragaman populasi. Misalkan $P = (x_1, x_2, \sigma_1, \sigma_2)$ adalah individu yang terpilih untuk melakukan mutasi, maka dihasilkan offspring $P' = (x_1', x_2', \sigma_1', \sigma_2')$ sebagai berikut (Mahmudy, 2013).

$$x' = x_1 + \sigma_1 N(0,1) \quad (4)$$

$$x' = x_2 + \sigma_2 N(0,1) \quad (5)$$

dimana :

x' = offspring

$N(0,1)$ merupakan bilangan acak yang mengikuti sebaran normal dengan rata-rata sebesar 0 dan standard deviasi sebesar 1. Pada program komputer, nilai $N(0,1)$ bisa didapatkan dengan membangkitkan dua bilangan r_1 dan r_2 pada interval $[0,1]$. Rumus yang digunakan adalah (Schwefel, 1995):

$$N(0,1) = \sqrt{-2 \cdot \ln r_1} \cdot (\sin 2\pi r_2) \quad (6)$$

Misalkan $r_1 = 0,4749$ dan $r_2 = 0,3296$ maka didapatkan $N(0,1) = 1,0709$

Dimana :

r = bilangan random untuk membangkitkan nilai $N(0,1)$

2.7.2.3 Penalti Gizi

Penalti merupakan suatu bobot yang digunakan ketika individu melakukan pelanggaran terhadap aturan. Langkah pertama adalah menghitung berat bahan makanan sebenarnya berdasarkan nilai yang ada pada gen kromosom seperti yang dapat dilihat pada persamaan (7).

$$berat = gen \times 350 \text{ g} \quad (7)$$

Keterangan :

Berat : berat makanan sebenarnya

Gen: nilai gen

Setelah didapatkan berat bahan makanan yang sebenarnya, maka dilanjutkan dengan menghitung kandungan gizi bahan makanan.

$$eg = \text{berat}/100 \times \text{nilaiGiziEgi} \quad (8)$$

$$kb = (\text{berat})/100 \times \text{nilaiGiziKbi} \quad (9)$$

$$lm = \text{berat}/100 \times \text{nilaiGiziL} \quad (10)$$

$$pt = \text{berat}/100 \times \text{nilaiGiziPti} \quad (11)$$

Keterangan:

eg = jumlah kandungan energi

kb = jumlah kandungan karbohidrat

lm = jumlah kandungan lemak

pt = jumlah kandungan protein

i = gen ke-

$berat$ = berat bahan makanan sebenarnya

$nilaiGiziEg$ = nilai gizi energi bahan makanan per 100 g

$nilaiGiziKb$ = nilai gizi karbohidrat bahan makanan per 100 g

$nilaiGiziLm$ = nilai gizi bahan makanan per 100 g

$nilaiGiziPt$ = nilai gizi protein bahan makanan per 100 g

Selanjutnya, dilanjutkan dengan menghitung nilai penalti per jenis bahan makan untuk penghitungan penalti gizi dengan pembobotan jenis bahan makan.

$$\begin{aligned} \text{penaltiMenu} = & |(egi - (\text{kebEnergi} * BJM))| + \\ & |(kbi - (\text{kebKarbohidrat} * BJM))| + |(lmi - \\ & (\text{kebLemak} * BJM))| + |(pti - (\text{kebProtein} * BJM))| \end{aligned} \quad (12)$$

Keterangan:

penaltiMenu = nilai penalti per jenis bahan makan

i = jenis bahan makan (pagi, snack 1, siang, snack 2, sore)

j = jenis prioritas gizi (energi, karbohidrat, lemak, dan protein)

eg = jumlah kandungan energi per jenis bahan makan

kb = jumlah kandungan karbohidrat per jenis bahan makan

lm = jumlah kandungan lemak per jenis bahan makan

pt = jumlah kandungan protein per jenis bahan makan

kebEnergi = nilai kebutuhan energi

kebKarbohidrat = nilai kebutuhan karbohidrat

kebLemak = nilai kebutuhan lemak

kebProtein = nilai kebutuhan protein

BJM = bobot jenis menu $[0..1]$ yang ditentukan

Setelah diketahui nilai penalti per jenis bahan makan, maka dilakukan penghitungan nilai total penalti.

$$\begin{aligned} \text{penalti} = & \text{penaltiMenu} + \text{penaltiMenu}n1 + \\ & \text{penaltiMenu}si + \text{penaltiMenu}sn2 + \\ & \text{penaltiMenu}sr \end{aligned} \quad (13)$$

Keterangan:

penalti = nilai penalti

$\text{penaltiMenu}g$ = penalti makan pagi

$\text{penaltiMenu}n1$ = penalti snack 1

$\text{penaltiMenu}si$ = penalti makan siang

$\text{penaltiMenu}sn2$ = penalti snack 2

$\text{penaltiMenu}sr$ = penalti makan sore

2.7.2.4 Penalti Harga

Penalti harga berguna untuk memberikan bobot ketika individu melakukan suatu pelanggaran seperti total harga yang melebihi anggaran. Perhitungan penalti harga dilakukan menggunakan Persamaan (14) dan (15).

$$\text{totHarga} = \sum_{i=0}^n \frac{\text{berat}}{100} \times \text{harga} \quad (14)$$

Keterangan:

totHarga = totalHarga

i = gen ke- n = jumlah gen

$berat$ = berat bahan makanan sebenarnya

$harga$ = harga bahan makanan per 100 gr

penalti

=

$$\begin{cases} 0 & \text{totHarga} - \text{anggaran} < 0 \\ \text{totHarga} - \text{anggaran} & \text{totHarga} - \text{anggaran} > 0 \end{cases}$$

(15)

Keterangan:



penalti = nilai hasil pembobotan
totHarga = total harga bahan makanan pada suatu kromosom
anggaran = anggaran bahan makanan (pagi, snack 1, siang, snack 2, dan sore)

2.7.2.5 Fitness

Nilai fitness adalah nilai yang menyatakan baik atau tidaknya suatu solusi (individu). Selain itu, nilai ini juga dijadikan acuan untuk mencapai nilai optimal dalam algoritma evolution strategies. Semakin besar fitness maka semakin baik kromosom tersebut untuk dijadikan calon solusi. Fungsi fitness pada penelitian ini adalah dengan cara memaksimalkan fungsi *f* dan meminimalkan fungsi *h*. hal ini memiliki arti bahwa individu yang memiliki fitness tinggi adalah individu yang mampu bertahan hidup dalam sebuah populasi. Secara matematis, fungsi tersebut dituliskann dalam persamaan (16).

$$f = \frac{1}{(h + a)}$$

Di mana :

a adalah suatu bilangan konstanta sesuai dengan permasalahan yang diselesaikan.
h adalah sebuah fungsi yang akan diminimalkan
f adalah fungsi fitness

h= *penaltiGizi*+*penaltiHarga*

Keterangan :

penaltigizi = Nilai penalti gizi
penaltiHarga= Nilai penalti harga

2.7.2.6 Seleksi

Seleksi akan dilakukan dengan cara mengambil kromosom sejumlah populasi awal. Kromosom yang dipilih berdasarkan pada metode seleksi yang dipilih. Pada penelitian ini, akan digunakan *elitism selection* sebagai metode seleksi.

Metode seleksi *elitism* bekerja dengan mengumpulkan semua individu yang ada pada populasi (*parent dan offspring*) dalam satu penampungan. Kemudian, semua individu tersebut diurutkan mulai dari yang terbesar hingga terkecil berdasarkan nilai *fitness* nya. Setelah itu, akan diambil individu terbaik dengan nilai *fitness* terbesar sejumlah ukuran populasi.

3. PERANCANGAN

Perancangan menjelaskan proses-proses yang terjadi dalam system. Proses-proses yang dimaksud adalah tahapan-tahapan yang ada pada metode algoritma *evolution strategies*:

1.Melakukan proses perhitungan nutrisi (karbohidrat, lemak dan protein) dengan memasukkan data berupa ;

- Usia
- Berat Badan

- Tinggi Badan
- Jenis Kelamin
- Jenis Aktivitas
- Bahan makanan yang dipilih

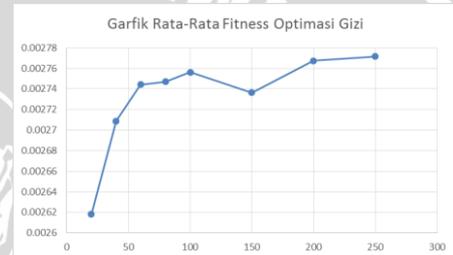
2.Inisialisasi parameter awal, yaitu:

- Jumlah populasi (μ),
- Ukuran offspring (λ),
- Jumlah Generasi

3.Membuat populasi awal sesuai dengan jumlah populasi yang dimasukkan.

4.Membuat populasi baru menggunakan mutasi untuk pembentukan offspring. Hasil mutasi ini nantinya akan diikuti bersama parent dalam proses seleksi.

5.Menghitung nilai fitness masing-masing individu lalu diseleksi.



6.Proses seleksi dengan metode elitism untuk mendapatkan individu yang bertahan pada generasi selanjutnya.

Flowchart proses algoritma *evolution strategies* dapat dilihat pada gambar 2 berikut :



Gambar 2. *Flowchart* proses Algoritma *Evolution Strategies*

4. PENGUJIAN DAN ANALISIS



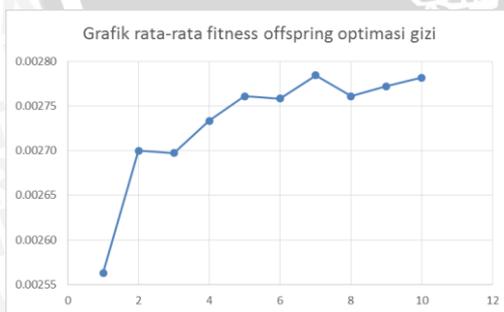
Pengujian yang dilakukan terdiri atas uji coba ukuran populasi, uji coba banyaknya generasi, uji coba ukuran *offspring* dan uji coba sistem. Bahan makanan yang digunakan untuk pengujian adalah 118 data bahan makanan.

4.1 Hasil dan Analisa Uji Coba Ukuran Populasi

Pada pengujian ini dilakukan variasi input pada inputan ukuran populasi (μ) dan ukuran *offspring* (λ). Pada penelitian ini, dilakukan pengujian pada ukuran variasi populasi sebesar 20, 40, 60, 80, 100, 150, 200 dan 250. Setelah didapatkan nilai fitness dari masing-masing kombinasi μ , akan terlihat pula rata-rata nilai fitness terbaik. Sehingga kemudian dapat dilakukan analisis terhadap pengaruh ukuran populasi (μ) tersebut. Nilai fitness dari variasi inputan ukuran populasi (μ) dapat ditunjukkan pada Gambar 7.

4.2 Hasil dan Analisa Uji Coba Banyaknya *Offspring*

Pada pengujian ini dilakukan variasi input pada inputan ukuran *offspring* (λ). Pada penelitian ini, dilakukan pengujian pada ukuran *offspring* sebesar 1 μ , 2 μ , 3 μ , 4 μ , 5 μ , 6 μ , 7 μ , 8 μ , 9 μ , dan 10 μ . Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari input ukuran *offspring* (λ). Setelah didapatkan nilai fitness dari masing-masing akan terlihat pula rata-rata nilai fitness terbaik. Sehingga kemudian dapat dilakukan analisis terhadap pengaruh ukuran *offspring* (λ) tersebut. Nilai fitness dari ukuran *offspring* (λ) dapat ditunjukkan pada Gambar 4.



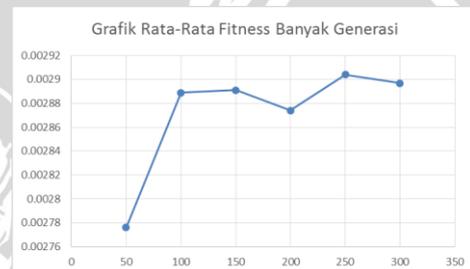
Gambar 4. Hasil uji coba ukuran *offspring*

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai terbesar fitness adalah 0.00286 terjadi ketika *offspring* 7 μ . Dan untuk nilai fitness terkecil adalah 0.00210 terjadi ketika *offspring* 1 μ . Hal ini tidak menutup kemungkinan tiap generasi memiliki nilai fitness yang sama, bahkan bisa mengalami penurunan maupun kenaikan pada tiap generasinya. Bahkan dengan melakukan inputan awal kembali dengan ukuran populasi (μ) dan ukuran *offspring* (λ) yang sama tidak dapat dipastikan bahwa akan menghasilkan nilai fitness yang sama pula. Hal ini dikarenakan

inisialisasi kromosom pada Evolution Strategies dibangkitkan secara random

4.3 Hasil dan Analisa Uji Coba Banyaknya generasi

Berdasarkan pada pengujian yang telah dilakukan sebelumnya, pengujian terhadap pengaruh banyaknya generasi dilakukan dengan menggunakan ukuran populasi (μ) dan *offspring* (λ) ketika diperoleh solusi yang optimal, yaitu ketika jumlah μ -nya 200 dan *offspring*-nya 7 μ . Sedangkan untuk ukuran generasi yang digunakan adalah 50, 100, 150, 200, 250 dan 300. Untuk pengujian dari setiap ukuran generasi dilakukan sebanyak 5 kali uji yang kemudian diambil rata-ratanya. Berikut adalah daftar hasil uji banyaknya generasi yang dapat ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil uji coba banyaknya generasi

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa diketahui bahwa rata-rata nilai fitness tertinggi adalah 0,002904 terjadi ketika ukurannya 250 dan rata-rata nilai fitness terendah adalah 0,00276 terjadi ketika ukurannya 50. Semakin banyak generasi makan semakin besar pula waktu eksekusi yang dibutuhkan. Pada perbandingan ukuran generasi dengan nilai fitness cenderung naik.

4.2 Hasil dan Analisa Uji Coba Sistem

Uji Coba sistem dilakukan untuk membandingkan nilai gizi dari bahan makanan yang dihasilkan oleh sistem dengan kebutuhan gizi pasien diet khusus yang seharusnya berdasarkan rumus perhitungan kebutuhan gizi pasien diet khusus. Batas toleransi nilai gizi yang ditetapkan oleh ahli gizi untuk berat bahan makanan yang dihasilkan adalah $\pm 10\%$ dari kebutuhan gizi pasien diet khusus. Pengujian ini memakai data pasien berjenis kelamin perempuan berusia 50 tahun, berat badan 65 kg, tinggi badan 150 cm, dan menderita penyakit diabetes melitus. Kategori aktifitas pasien adalah sedang. Dengan anggaran biaya Rp 50.000 per hari. Parameter algoritma genetika yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Banyak generasi : 250
- Ukuran populasi : 200
- Banyak Offspring : 7

Didapatkan kromosom terbaik dengan kombinasi berat bahan makanan yang telah mengalami proses algoritma evolution strategies sebagai berikut:

Nama Bahan	Berat Bahan (Program)
Makan Pagi	
Nasi Putih	39.40 g
Tempe kacang kedele	0.001 g
kangkung	168.10g
Telur ayam	227.06 g
Snack 1	
pepaya	485.60 g
Makan Siang	
Nasi Putih	131.19 g
Ikan mas	49.58 g
Kacang tanah	29.53 g
tauge	0.48 g
Snack 2	
apel	85.32 g
Susu skim	483.02 g
Makan sore	
Nasi Putih	89.36 g
Daging ayam	47.98 g
buncis	123.69 g
wortel	115.17 g
Minyak kelapa sawit	0.016 g

Tabel 1. Hasil berat bahan makanan yang dihasilkan oleh sistem

Untuk data nilai kebutuhan gizi pasien dan nilai gizi bahan makanan yang dihasilkan oleh sistem dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem

	Energi	Karbohidrat	Lemak	Protein
Kebutuhan Pasien	2233.79 kkal	362.99 g	49.64 g	83.76 g
Hasil sistem	2233.79 kkal	337.77 g	55.47 g	90.64 g
%Gizi Tercukupi	100.00	93.05	111.74	108.21

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh energi yang dibutuhkan pasien tercukupi 100%, kebutuhan karbohidrat pasien tercukupi hanya 93%, kebutuhan lemak pasien tercukupi 111,74 %, dan kebutuhan protein pasien tercukupi 108.21%. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai gizi dari komposisi bahan makanan yang direkomendasikan oleh sistem masih dalam batas toleransi yang ditetapkan oleh ahli gizi yaitu $\pm 10\%$ dari kebutuhan gizi pasien diet khusus.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Cara mengimplementasikan optimasi biaya dan asupan gizi untuk pasien diet khusus dengan menggunakan algoritma evolution strategies yaitu pertama kita tentukan jumlah populasi yang diinginkan dan jumlah offspring nya. Lalu bentuk kromosom yang digunakan untuk penyelesaian masalah optimasi asupan gizi untuk penderita penyakit diabetes melitus, jantung, hati, dan pada orang sehat adalah kromosom dengan panjang sesuai jumlah bahan makanan yang dimasukkan pengguna. Kromosom berisi informasi berupa kombinasi berat bahan makanan untuk memenuhi kebutuhan gizi. Semakin panjang kromosom (semakin banyak jumlah bahan makanan) belum tentu menghasilkan solusi yang memenuhi kebutuhan gizi, namun dengan pemilihan bahan makanan yang sesuai dapat menghasilkan solusi yang memenuhi kebutuhan gizi. Setelah itu melakukan mutasi untuk menghasilkan offspring. Setelah mutasi, maka di dapatkan kromosom dari parent dan offspring, makan dilanjutkan dengan menghitung fitness dari setiap individu parent dan offspring. Setelah mendapatkan nilai fitness dilakukan seleksi elitism dengan melibatkan hasil fitness parent dan offspring. Setelah itu terpilih fitness yang terbesar untuk masuk ke generasi berikutnya. Dan proses akan berhenti ketika jumlah generasi sudah dijalankan dan fitness terbesar akan terpilih menjadi solusi yang paling terbaik.
2. Penyelesaian masalah optimasi asupan gizi untuk penderita penyakit diabetes melitus, jantung, hati, dan pada orang sehat menggunakan algoritma evolution strategies dipengaruhi oleh parameter algoritma evolution strategies. Hasil pengujian parameter banyak generasi menunjukkan bahwa semakin banyak generasi belum tentu akan diikuti dengan bertambahnya nilai fitness. Begitu juga pada ukuran populasi, semakin besar ukuran populasi belum tentu akan diikuti dengan bertambahnya nilai fitness. Hal ini dikarenakan pembangkitan awal individu (starting point) yang dilakukan secara random dalam proses algoritma evolution strategies.
3. Secara umum, sistem dapat menghasilkan nilai gizi didalam batas toleransi terhadap kebutuhan gizi dengan lebih baik untuk

permasalahan optimasi asupan gizi untuk penderita penyakit diabetes melitus, jantung, hati, dan pada orang sehat.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Ditambahkan bahan untuk menambah atau ingin mengedit data bahan makanan di database.
2. Ditambahkan untuk pasien penyakit komplikasi lain.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, Sunita. 2004a. Penuntun Diet. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Almatsier, Sunita. 2004b. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Anonim, 2015. Pantangan Makanan Penderita Penyakit Hati. <http://penyakithati.org/pantangan-makanan-penderita-penyakit-hati/>. Diakses 18 Maret 2016
- Aryanto. 2015. Diet Sehat Untuk Penderita Penyakit Hati. <http://mengobatihepatitisbkronis.com/2015/03/24/diet-sehat-untuk-penderita-penyakit-hati/>. Diakses 26 Januari 2016
- Beyer, H. G, Schwefel, H. P. 2002. Evolution Strategies: A Comprehensive Introduction. Journal Natural Computing 1, 2002, 3-52
- Brownlee, J. 2011. Clever Algorithms: Nature-Inspired Programming Recipes. EBook. Retrieved from : <http://www.lulu.com/shop/jason-brownlee/cleveralgorithms-nature-inspired-programmingreocipes/ebook/product-0200704.html>
- Eiben, A.E & Smith J.E. 2004. Introduction to Evolutionary Computing. <http://www.cs.vu.nl/~gusz/ecbook/ecbook.html>. Diakses 26 Januari 2016
- Hartono, Andry,.Terapi Gizi dan Diet Rumah Sakit. Edisi Kedua. Jakarta : Buku Kedokteran EGC
- Harun, IA, Mahmudy, WF & Yudistira, N 2014. Implementasi evolution strategies untuk penyelesaian vehicle routing problem with time windows pada distribusi minuman soda XYZ. DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya, vol. 4, no. 1.
- Jones. G. 1998. Genetic and Evolutionary Algorithms. <http://www.wiley.com/legacy/wileychi/ecc/sample10.pdf> Diakses 26 Januari 2015
- Karyadi, D. & Muhilal, 1988. Kecukupan Gizi Yang Dianjurkan. Pertama ed. Jakarta: PT. Gramedia Jakarta.
- Mahmudy, WF, Marian, RM & Luong, LHS 2013, Real coded genetic algorithms for solving flexible job-shop scheduling problem – Part I: modeling, Advanced Materials Research, vol. 701, pp. 359-363.
- Mahmudy, Wayan Firdaus. 2013. Algoritma Evolusi. Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. Universitas Brawijaya. Malang
- Nurvenus, Karid, Ratnawati, DE & Marji. (2015). Penerapan Algoritma genetika Untuk Optimasi Asupan Gizi Pasien Diet Khusus dengan Biaya Minimal, DORO : Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK UB, vol. 6 no. 30
- Pramono 2010. Diet pada penyakit hati. <https://gizisehat.wordpress.com/2010/07/18/diet-pada-penyakit-hati/>.html Diakses 26 Januari 2016
- Riksa, ilma. 2011. Basal metabolic Rate (BMR). http://biologilma.blogspot.co.id/2011/01/basal-metabolic-rate-bmr_09.html. Diakses 8 Maret 2016
- Suci, W. W., 2015. Optimasi Biaya Pemenuhan Gizi dan Nutrisi pada Manusia Lanjut Usia Menggunakan Algoritma Genetika, S1: Universitas Brawijaya.
- Wahyuningsih
- Susanto, T. & Dewanti, T., 2004. Ilmu Pangan dan Gizi. Pertama ed. Yogyakarta: Akademika.
- Suyanto. 2011, Artificial Intelligence, Bandung : Informatika.
- Tyas, Rizkhy Ayuning. 2013, "Implementasi Algoritma Genetika untuk Optimasi 0/1 Multi-Dimensional Knapsack Problem dalam Penentuan Bahan Makanan Sehat", Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (PTIIK) Univeristas Brawijaya.