

OPTIMASI BAHAN PANGAN KECUKUPAN GIZI ATLET PANJAT TEBING MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA DENGAN METODE PROFIFEA

Erviera Kirana Ardani, Indyah Hartami Santi

Teknik Informatika, Universitas Islam Balitar

Jalan Majapahit No. 2-4, Sananwetan, Kec. Sananwetan, Kota Blitar, Jawa Timur

ervieraeka@gmail.com

ABSTRAK

Banyak cabang olahraga yang menginginkan fisik atlet yang ideal juga menuntut atlet untuk cerdas. Bisa dilihat pada negara – negara lain kondisi fisik di negara Indonesia masih memerlukan pembinaan terutama pada komposisi gizi dalam aspek komposisi protein hewani, telur, susu dan daging. Sangat dibutuhkan perhitungan kalori dengan metode yang tepat guna mengetahui keidealannya atau keseimbangan gizi yang dibutuhkan atlet panjat tebing selama masa TC (*Technical Center*) berlangsung. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui optimasi zat gizi yang ideal bagi atlet panjat tebing kota Blitar. Studi khusus ini menggunakan metode PROFIFEA (*Population Resizing on Fitness Improvement Fuzzy Evolutionary Algorithm*) untuk menentukan kebutuhan zat gizi atlet panjat tebing, didapatkan hasil optimasi zat gizi yaitu dengan pengeluaran energi pada saat latihan per hari 2731.31 kkal, dan optimasi zat gizi yang diperoleh membutuhkan 864,81 kkal karbohidrat, 407,78 kkal protein dan 174,07 kkal lemak per harinya untuk menghasilkan keseimbangan tubuh yang ideal dan didapatkan hasil pengujian menggunakan AFER (*Average Forecasting Error Rate*) yang terdapat nilai *error* sebesar 0.02% yang artinya pengujian dalam perhitungan tersebut bisa dikatakan optimal. Diharapkan penelitian ini dapat membantu pembinaan atlet panjat tebing kota Blitar untuk mengetahui berapa kalori atau kecukupan gizi yang dibutuhkan untuk keidealannya tubuh para atlet.

Kata Kunci: Optimasi, Zat Gizi, Algoritma Genetika, Metode PROFIFEA

1. PENDAHULUAN

Berkembangnya negara di Indonesia menjadikan seperti teknologi, transportasi, informasi, aktivitas fisik, pola makan dan lain sebagainya mengalami perubahan terutama pada komposisi makanan dan gaya hidup, dalam mencapai atlet yang berprestasi dengan hasil yang diinginkan dan maksimal, Atlet membutuhkan porsi latihan yang optimal serta kebutuhan gizi yang cukup sesuai dengan cabang olahraga yang digeluti [1]. Pentingnya dilakukan penerapan ilmu dan teknologi olahraga, Gizi yang dibutuhkan tentu saja berbeda dengan gizi yang dibutuhkan oleh seseorang yang bukan atlet. Undang-undang Nomor 36 tahun 2009 tentang Kesehatan mengamankan upaya perbaikan gizi bertujuan untuk meningkatkan mutu gizi perorangan dan masyarakat, antara lain melalui perbaikan pola konsumsi makanan, kondisi fisik atlet di negara Indonesia masih memerlukan pembinaan terutama pada komposisi gizi dalam aspek konsumsi protein hewani, telur, susu dan daging [2]. Olahraga merupakan suatu aktivitas fisik yang membutuhkan energi serta kalori. Salah satu cabang olahraga yaitu panjat tebing yang memerlukan keterampilan yang berhubungan dengan kebugaran tubuh yang ideal. Olahraga panjat tebing memerlukan fisik yang kuat seperti: daya ledak otot, kecepatan, kelincahan dan kecerdasan otak dalam mengambil keputusan. Penelitian ini mengarah pada atlet panjat tebing kota Blitar yang terpilih sebagai perwakilan kota Blitar untuk ajang Porprov Jawa Timur 2023. Menurut data yang diperoleh dari KONI (Komite Olahraga Nasional) Panjat Tebing Kota Blitar, porprov 2023 panjat tebing akan diselenggarakan pada bulan

Agustus hingga bulan September 2023, maka dari itu dimana saat jadwal *technical center* berlangsung, berat badan dan pola konsumsi atlet harus sangat diperhatikan agar tercapainya suatu prestasi yang diinginkan pada ajang Porprov Panjat tebing pada tahun 2023. Pada permasalahan yang terjadi kali ini pelatih / official panjat tebing Kota Blitar belum pernah mengetahui berapa kalori atau kebutuhan gizi yang harus dikonsumsi oleh atlet itu sendiri selama masa TC (*Technical Center*) berlangsung, maka dari itu dibutuhkan perhitungan kalori dengan metode yang tepat guna mengetahui keidealannya atau keseimbangan gizi yang dibutuhkan atlet panjat tebing selama masa TC berlangsung. Salah satu metode optimasi yang digunakan dalam permasalahan ini yaitu metode PROFIFEA (*Population Resizing on Fitness Improvement Fuzzy Evolutionary Algorithm*). Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui optimasi bahan pangan yang ideal bagi atlet dan berapa kalori yang harus diberikan atau dibutuhkan untuk atlet panjat tebing kota Blitar menggunakan algoritma genetika dengan metode PROFIFEA. Pada penelitian ini diharapkan dapat membantu pembinaan atlet panjat tebing kota Blitar untuk mengetahui berapa kalori atau kecukupan gizi yang dibutuhkan untuk keidealannya tubuh para atlet

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Optimasi

Optimalisasi adalah proses untuk membuat sesuatu menjadi lebih baik [3]. Optimalisasi adalah proses untuk menyesuaikan input, karakteristik perangkat, proses matematika atau percobaan untuk

menemukan output atau hasil minimum dan maksimum. Biasanya secara umum manusia menyelesaikan masalah dengan cara mengidentifikasi terlebih dahulu, setelah berhasil memahami masalah tersebut biasanya menyederhanakan kemudian diambil keputusan penyelesaian masalah tersebut dengan alternatif terbaik, dengan tidak sadar dengan hal-hal tersebut manusia sudah melakukan tahap menyelesaikan masalah dengan cara optimasi [4].

2.2. Gizi Atlet

Menurut Undang-undang Nomor 36 tahun 2009 tentang Kesehatan mengamanatkan upaya perbaikan gizi bertujuan untuk meningkatkan mutu gizi perorangan dan masyarakat, antara lain melalui perbaikan pola konsumsi makanan, perbaikan perilaku sadar gizi, peningkatan akses dan mutu pelayanan gizi dan kesehatan sesuai dengan kemajuan ilmu dan teknologi [5]. Di dalam perhitungan gizi seimbang bagi seorang atlet dihitung sesuai dengan pertimbangan jenis olahraga yang di geluti, dikarenakan berbeda jenis olahraga maka berbeda juga perhitungan untuk gizi seimbang seorang atlet, salah satunya cabang olahraga panjat tebing yang membutuhkan kurang lebih 7000 kalori dalam 3-4 jam perharinya, dikarenakan panjat tebing merupakan olahraga yang termasuk kategori berat, dimana seluruh otot dan cara berfikir sangat berpengaruh bagi atlet panjat tebing, olahraga panjat tebing juga termasuk olahraga yang memiliki komponen *sprint*, *endurance* dan *power*, maka dari itu sangat dibutuhkan zat gizi atau kecukupan gizi seimbang untuk atlet panjat tebing. Seorang atlet dalam memilih makanan yang dikonsumsi harus mengandung mengandung karbohidrat, protein dan lemak sebagai zat gizi makro, dan vitamin serta mineral sebagai zat gizi mikro. Didalam zat gizi makro juga terdapat kalori yang secara umum dibutuhkan oleh manusia, adapun angka kebutuhan zat gizi pada tabel 1 dibawah ini, sebagai berikut :

Tabel 1. Angka Kebutuhan Zat Gizi

Karbohidrat	40 % - 70 %
Protein	12% - 20%
Lemak	20% - 45 %

Untuk dapat menentukan gizi gizi seimbang seorang dapat menggunakan perhitungan indeks massa tubuh, *basal metabolic rate*, *Specific dynamic action*, aktifitas fisik, pertumbuhan dan pengeluaran energi.

2.3. Algoritma Genetika

Algoritma genetika adalah suatu algoritma pencarian yang melalui mekanisme seleksi alam [6]. Algoritma genetika menggabungkan struktur string dengan struktur pertukaran dari gen secara acak untuk membentuk algoritma pencarian. Algoritma genetika memiliki tiga parameter penting yaitu : inisialisasi populasi, Probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi. Berdasarkan teori evolusi Charles Darwin,

Genetic Algorithms adalah algoritma yang terinspirasi dari proses evolusi biologi dan merupakan algoritma dengan metode *metaheuristic* [7].

2.4. Metode PROFIFEA

PROFIFEA adalah *Population Resizing on Fitness Improvement Fuzzy Evolutionary Algorithm*. Pada algoritma genetika terdapat tiga parameter yaitu : populasi, probabilitas *crossover*, dan mutasi. Dalam ketiga parameter – parameter tersebut harus berjalan dengan baik dan sesuai aturan agar mendapatkan hasil yang baik dalam pengoptimasian bahan pangan, tetapi di dalam algoritma genetika tidak adanya aturan secara baku dalam menentukan parameter, sehingga memungkinkan untuk terjadinya lokal optimum. Maka dari itu untuk mengurangi terjadinya lokal optimum dapat menambahkan manfaat pada algoritma genetika yaitu dengan menerapkan metode PROFIFEA guna mendapatkan hasil populasi pada populasi sebelumnya dengan perkembangan dari nilai *fitness*, tahapan akan mengulang terus hingga menemukan nilai *fitness* terbaik [8]. Metode PROFIFEA adalah pengembangan algoritma fuzzy *evolutionary* yang digabungkan dengan algoritma genetika, yang dimana pada parameter fuzzy *evolutionary* dipergunakan untuk menentukan nilai *Pc* (*probabilitas crossover*) dan *Pm* (*Probabilitas Mutasi*) pada algoritma genetika.

Tujuan algoritma fuzzy *evolutionary* digabungkan dengan algoritma genetika yaitu secara garis besar tahapan –tahapan dari algoritma genetika membutuhkan sistem fuzzy agar tidak terjadinya lokal optimum pada saat pembaharuan nilai Probabilitas *crossover* dan Probabilitas *mutation* selama iterasi berlangsung [9] . Sistem fuzzy digunakan dalam teknik sains dengan sistem fisik yang kompleks dengan menggunakan penjelasan matematika [10]. Terdapat peraturan dalam logika fuzzy yaitu “*IF THEN*” Pendekatan ini untuk memperbaiki hasil yang lebih kompleks mengenai pencapaian pada pendekatan *non fuzzy*. Penelitian ini menggunakan aturan fuzzy Tsukamoto, yang dimana setiap langkah yang diambil terdapat *Rule* yang berbentuk *IF a is X AND a is Y AD a is Z THEN B*, *rule* tersebut dipresentasikan dengan fungsi keanggotaan untuk mendapatkan hasil dari fuzzifikasi. Fuzzy Tsukamoto memiliki 3 tahapan yaitu: *fuzzification*, *inferency*, dan *defuzification*. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui optimasi bahan pangan yang ideal bagi atlet dan berapa kalori yang harus di berikan atau dibutuhkan untuk atlet panjat tebing kota blitar menggunakan algoritma genetika dengan metode PROFIFEA. Pada penelitian ini diharapkan dapat membantu pembina atlet panjat tebing kota blitar untuk mengetahui berapa kalori atau kecukupan gizi yang dibutuhkan untuk keidealan tubuh para atlet

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan perhitungan kalori atlet panjat tebing secara manual menggunakan metode PROFIFEA (*Population Resizing on Fitness*

Improvement Fuzzy Evolutionary Algorithm) sebagai penunjang gizi seimbang. Sebelum memasuki penerapan metode PROFIEA terlebih dahulu mengetahui jumlah kalori yang dikeluarkan atlet dalam satu harinya (perhitungan zat gizi) yang meliputi beberapa tahap perhitungan seperti: IMT (Indeks Massa Tubuh), BMR (*Basal Metabolic Rate*), SDA (*Specific Dynamic Action*), Aktivitas Fisik, Pertumbuhan, dan Pengeluaran Energi.

Pada perhitungan jumlah kalori dengan metode PROFIEA ini peneliti memberikan salah satu contoh nama atlet dari 13 atlet yang terdata. Atlet bernama Bibin berjenis kelamin pria adalah seorang atlet panjat tebing, diluar waktu latihannya bibin melakukan aktivitas bekerja dengan kategori aktif ringan, berusia 21 tahun, dengan tinggi badan 165 cm, dan berat badan 54 kg. Bibin melakukan latihan 5 kali dalam 1 minggu, rata-rata waktu latihan bibin kurang lebih selama 4 jam (240 menit).

3.1. IMT (Indeks Massa Tubuh)

Untuk dapat menentukan gizi seimbang seorang dapat menggunakan perhitungan indeks massa tubuh berdasarkan berat badan dan tinggi badan.

$$IMT = \frac{\text{Berat Badan (kg)}}{\text{Tinggi Badan (m)} \times \text{Tinggi Badan (m)}} \quad (1)$$

3.2. BMR (Basal Metabolic Rate)

Perhitungan dalam BMR dapat berbeda setiap atlet BMR dapat ditentukan oleh umur, jenis kelamin, dan massa tubuh. BMR merupakan suatu jumlah dari pengeluaran energi dari denyut jantung, bernafas, otot dan syaraf. Penentuan BMR pada tabel 2 dibawah ini, sebagai berikut :

Tabel 2. Rumus Bassal metabolic Rate [11]

Jenis Kelamin	Umur (Tahun)	Rumus
Pria	3 - 9	$(22,7 \times \text{Berat Badan}) + 495$
Pria	10 - 17	$(17,5 \times \text{Berat Badan}) + 651$
Pria	18 - 29	$(15,3 \times \text{Berat Badan}) + 679$
Pria	30 - 60	$(11,6 \times \text{Berat Badan}) + 879$
Pria	< 60	$(13,5 \times \text{Berat Badan}) + 478$
Wanita	3 - 9	$(22,5 \times \text{Berat Badan}) + 499$
Wanita	10 - 17	$(12,2 \times \text{Berat Badan}) + 746$
Wanita	18 - 29	$(14,7 \times \text{Berat Badan}) + 496$
Wanita	30 - 60	$(8,7 \times \text{Berat Badan}) + 829$
Wanita	< 60	$(10,5 \times \text{Berat Badan}) + 496$

3.3. SDA (*Specific Dynamic Action*)

SDA merupakan salah satu perhitungan zat gizi seimbang yang mencerna zat gizi makro dimana untuk mencerna karbohidrat dibutuhkan 6-7% dari nilai BMR, Protein 20-30% dari BMR, Lemak 4-14% dari BMR dan terakhir untuk bahan makanan yang mengandung karbohidrat, protein dan lemak dapat dihitung SDA adalah 10% dari nilai BMR.

3.4. Aktivitas Fisik

Pada tahap aktivitas fisik dapat ditentukan melalui jenis, intensitas atau lamanya seorang atlet beraktivitas diluar jadwal latihan. Aktivitas fisik didapatkan melalui hasil wawancara oleh atlet panjat tebing itu sendiri. Berikut bobot perhitungan kasar yang biasa dipergunakan pada tabel 3 dibawah ini sebagai berikut:

Tabel 3. Pembobotan Aktivitas Fisik

Kategori	Tingkat Aktivitas Fisik	Bobot Pria / Wanita
Tidak aktif (<i>Sedentary</i>)	> 1.0 - <1.4	1.00 / 1.00
Aktif Ringan (<i>Low Active</i>)	>1.4 - <1.6	1.11 / 1.12
Aktif (<i>Active</i>)	>1.6 - <1.9	1.24 / 1.27
Sangat Aktif (<i>Very Active</i>)	>1.9 - <2.5	1.48 / 1.45

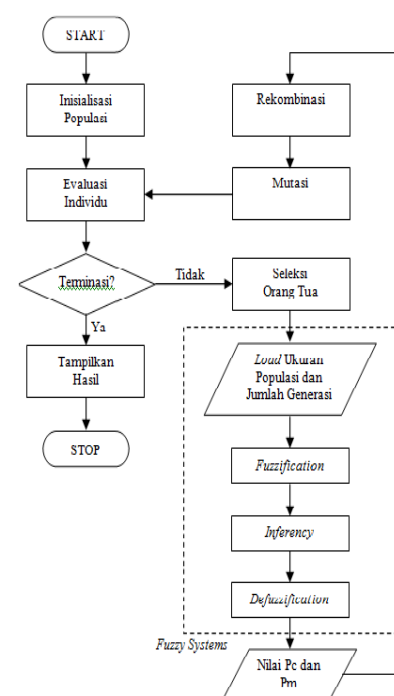
3.5. Pertumbuhan

Pada masa pertumbuhan anak dan remaja memerlukan kebutuhan gizi tambahan untuk memaksimalkan keseimbangan gizi, untuk anak dibawah 18 tahun membutuhkan energi tambahan per berat badan. Berikut tampilan tambahan pertumbuhan (kal/hari) pada tabel 4 dibawah ini:

Tabel 4. Pertambahan Energi

Umur (Tahun)	Tambahan Energi
10 - 14	1Kal/Kg Berat Badan
15	1 Kal/Kg Berat Badan
16 - 18	0,5 Kal/Kg Berat Badan

3.6. Pengeluaran Energi



Gambar 1. *Flowchart* Metode PROFIFEA [9]
Tahap pengeluaran energi ditentukan oleh berapa lama atlet tersebut melakukan latihan dan berapa total porsi latihan yang diterapkan dalam jangka waktu 1 minggu. Data yang digunakan dalam tahap pengeluaran energi ini adalah jadwal latihan atlet dan menu latihan yang diberikan per atlet.

Setelah melakukan tahapan perhitungan zat gizi per atlet maka dilanjutkan dengan perhitungan algoritma genetika dengan metode profifea, adapun *flowchart* perhitungan metode profifea dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini, sebagai berikut:

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah jumlah kalori/hari seorang atlet dihasilkan maka tahap berikutnya yaitu memasukan perhitungan gizi seimbang kedalam metode PROFIFEA yang melalui proses Inisialisai populasi, Evaluasi, *Crossover*, dan *Mutation*. Pada tahap algoritma ini berupa gabungan dari algoritma genetika dan sistem *fuzzy*. Pada tahap algoritma genetika dilakukan sampai tahap seleksi nilai fitness terbaik saja. Kemudian untuk tahap *crossover* dan mutasi menggunakan sistem *fuzzy*. Berikut penerapan metode PROFIFEA sesuai *flowchart* pada gambar 1, sebagai berikut:

4.1. Inisialisasi Populasi

Penelitian ini terdapat 5 kelompok jenis bahan makanan beserta olahannya yang meliputi, (K) karbohidrat, (Pn) protein nabati, (Ph) protein hewani, (S) sayuran dan (P) pelengkap, atlet mendapatkan konsumsi makanan 1 kali dalam sehari yaitu pada siang hari, kelompok makanan tersebut diinisialisasikan menurut kelompoknya selama jangka waktu 4 bulan dan 16 minggu, setiap kelipatan 5 menandakan hari, seperti pada tabel 5 dibawah ini, sebagai berikut:

Tabel 5. Inisialisasi Populasi

	Minggu ke-	Hari ke-	KROMOSOM				
			Siang				
			K	Pn	Ph	S	Pel
P1	1	1	1	2	8	6	4
		2	7	9	3	6	2
		3	2	10	5	4	3
		4	5	9	1	7	6
		5	3	7	4	8	2
	2	1	4	5	1	3	9
		2	6	1	7	3	10
		3	1	10	8	5	7
		4	2	4	5	6	9
		5	3	9	2	8	1
....							
P4	3	1	2	10	5	4	3
		2	1	2	8	6	4
		3	4	5	1	3	9
		4	3	9	2	8	1
		5	6	1	7	3	10
	4	1	3	7	4	8	2
		2	4	5	1	3	9
		3	6	1	7	3	10

	Minggu ke-	Hari ke-	KROMOSOM				
			Siang				
			K	Pn	Ph	S	Pel
P1	1	1	1	2	8	6	4
		2	7	9	3	6	2
		3	2	10	5	4	3
		4	5	9	1	7	6
		5	3	7	4	8	2
	2	1	4	5	1	3	9
		2	6	1	7	3	10
		3	1	10	8	5	7
		4	2	4	5	6	9
		5	3	9	2	8	1
		4	1	10	8	5	7
		5	2	10	5	4	3

Inisialisasi individu dilakukan secara *random* dengan rentang 1 – banyak bahan makanan karbohidrat yaitu 7, Protein hewani dengan nilai acak rentang 1 - 12, Protein Nabati dengan nilai acak rentang 1 – 8, Sayuran dengan nilai acak rentang 1 – 8, dan Pelengkap dengan nilai acak rentang 1 - 10. Terdapat 4 *Population Size* yaitu P1, P2, P3, P4, Setiap kelipatan 5 menandakan hari dan total gen terdapat 80 gen.

4.2. Evaluasi Fitness

Evaluasi *fitness* didapatkan dari jumlah bahan pangan setiap nilai gen untuk mendapatkan fungsi objektif sebagai hasil dari nilai *fitness*. Fungsi objektif tersebut untuk mendapatkan nilai probabilitas dan nilai kumulatif, seperti pada tabel 6 dibawah ini sebagai berikut:

Tabel 6. Evaluasi Fitness

No	Fungsi Obj	$f(x) = x^2$	f_i / f_j	Probabilitas	Kumulatif
1	21	42	0.010339734	0.010339734	0.010365252
2	27	54	0.013293944	0.013293944	0.023659196
3	24	48	0.011816839	0.011816839	0.035476035
....					
78	27	54	0.013293944	0.013293944	0.970975789
79	31	62	0.015263417	0.015263417	0.986239206
80	24	48	0.011816839	0.011816839	0.998056045
Total		4062			

4.3. Selection

Selection menggunakan sistem *Roulette Wheel*, yaitu menentukan hasil nilai seleksi untuk memilih *parents* berdasarkan kecocokan dari kumulatif, nilai random diambil dari probabilitas dengan 4 digit dibelakang koma sebanyak 80 kali, kemudian nilai random di cocokkan dengan selisih dari nilai kumulatif. Kromosom terpilih didapatkan hasil pada tabel 7 dibawah ini, sebagai berikut:

Tabel 7. *Selection* Kromosom Terpilih

Kromosom Terpilih	
K5	K75
K6	K68
K11	K78
.....	
K78	K2
K79	K66
K80	K58

4.4. Crossover

Tahap *Crossover* menggunakan sistem *fuzzy inference* untuk menentukan nilai probabilitas, acuan dari penentuan tahap *crossover* yaitu dari nilai fungsi objektif dan untuk menentukan nilai parameter probabilitas menggunakan jumlah dari populasi. Output dari *fuzzy inference* menggunakan domain pembicara sesuai batasan pada nominal. Terdapat domain pembicara yaitu, angka zat gizi dikatakan sedikit apabila nilai bahan pangan dengan range 0-20 angka zat gizi dikatakan sedang apabila nilai bahan pangan diantara 40 sampai 80, dan angka zat gizi dikatakan baik apabila diatas 40, domain pembicara dapat dipresentasikan dalam bentuk aturan nilai pada tabel 8 dibawah ini sebagai berikut:

Tabel 8. Aturan Nilai Probabilitas *Crossover*

Zat Gizi	Sedikit	Sedang	Berat
Porsi Latihan			
Ringan	Standar	Standar	Kuat
Normal	Standar	Standar	Kuat
Banyak	Lemas	Lemas	Kuat

Setelah melakukan proses *crossover* dengan menggunakan *fuzzy inference*, maka dapat di ketahui nilai *fitness* terbaik dari hasil *crossover* yaitu 0.018235584 pada kromosom 30.

4.5. Mutation

Pada tahap mutasi menggunakan sistem *fuzzy* untuk menentukan nilai probabilitas mutasi. Proses menentukan probabilitas dalam mutasi sama dengan halnya menentukan probabilitas *crossover* menggunakan kurva segitiga, dan acuan pada kurva terdapat pada banyaknya gen. Pada mutasi terdapat jumlah gen yaitu 5. Terdapat domain pembicara yaitu, angka Pola Konsumsi dikatakan sedikit apabila nilai dibawah 0,150 Angka pola konsumsi dikatakan sedang apabila nilai antara 0,012 sampai 0,150 dan angka pola konsumsi dikatakan berat apabila nilai diatas 0,150. Domain pembicara dapat dilihat pada tabel 9 dibawah ini sebagai berikut:

Tabel 9. Aturan Nilai Probabilitas *Mutation*

Intensitas Latihan Pola Konsumsi	Ringan	Normal	Berat
Sedikit	Standar	Lemas	Lemas
Sedang	Kuat	Standar	Lemas
Banyak	Kuat	Kuat	Standar

Setelah melakukan proses *mutation* dengan menggunakan *fuzzy inference*, maka dapat di ketahui nilai probabilitas *mutation* yaitu 0.018235584 pada kromosom 30.

4.6. Evaluasi

Tahap Evaluasi yaitu menggabungkan hasil gen berupa populasi gabungan dari populasi awal, hasil *Crossover* dan hasil *Mutation*. Hasil evaluasi dapat dilihat pada tabel 10 dibawah ini sebagai berikut:

Tabel 10. Hasil Evaluasi

	Minggu ke-	Hari ke-	KROMOSOM				
			Siang				
			K	Pn	Ph	S	Pel
P1	1	1	1	2	8	6	4
		2	7	9	3	6	2
		3	2	10	5	4	3
		4	5	9	1	7	6
		5	6	1	7	3	10
	2	1	2	3	6	4	9
		2	6	1	7	3	10
		3	1	10	8	5	7
		4	2	4	5	6	9
		5	3	9	2	8	1
...							
P4	3	1	2	10	5	4	3
		2	6	1	7	3	10
		3	3	3	9	2	8
		4	4	6	1	7	3
		5	5	5	9	1	7
	4	1	1	3	9	2	8
		2	2	2	10	5	4
		3	3	7	9	3	6
		4	4	1	3	7	8
		5	5	2	10	5	4

4.7. Zat Gizi

Setelah melakukan tahapan - tahapan dalam Algoritma Genetika dengan metode PROFIFEA, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk menentukan total kalori zat gizi, Total Kalori setiap kelompok didapatkan dari hasil populasi baru dari hasil evaluasi pada tabel 10. Berikut total kalori zat gizi berdasarkan hasil evaluasi metode profifea pada tabel 11 dibawah ini, sebagai berikut:

Tabel 11. Total Kalori Zat Gizi

Total Kalori zat gizi			
Kromosom	karbohidrat	protein	lemak
P1	1172.08	510.2	234.76
P2	1282.56	412.6807	242.47
P3	1227.72	427.59	252.61
P4	1123.13	519.08	240.86

4.8. Penalti, Normalisasi, Fitness

Tahap pertama Perhitungan pinalti (selisih) didapatkan dari hasil pengeluaran energi per atlet berdasarkan nilai (K) karbohidrat, (P) protein, dan (L) lemak yang sudah ditentukan atau dibutuhkan atlet sebelumnya. Tahap kedua normalisasi, hasil dari perhitungan penalti akan diubah menjadi data normalisasi, tahap ketiga *Fitness* yaitu setelah melakukan pinalti dan normalisasi mencari *fitness* terbaik (angka terbesar) dari seluruh kromosom yang nantinya akan dijadikan acuan untuk optimasi zat gizi pada atlet tersebut. Perhitungan rumus dibawah ini juga berlaku untuk hasil protein dan lemak. Untuk hasil perhitungan Penalti dan Normalisasi dapat dilihat pada tabel 12 dan hasil *fitness* terbaik dapat dilihat pada tabel 13 dibawah ini, sebagai berikut:

$$pinaltiKar = \frac{\text{Karbohidrat Sistem}}{\text{Kebutuhan aktual karbohidrat}} - \quad (2)$$

$$\text{NormalisasiKar} = \frac{\text{PinaltiKarbohidrat}}{\text{Batas atas Karbohidrat}} \quad (3)$$

$$f = \frac{(1 - norKar) + (1 - norProt) + (1 - norLem)}{3} \quad (4)$$

Tabel 12. Hasil Penalti dan Normalisasi

Nama	Penalti			Normalisasi		
	K	P	L	K	P	L
Bibin	864.81	407.78	174.07	0.6652	0.7414	0.580
				38462	18182	23333
	128	412.56	242.47	0.9865	0.7503	0.808
				84615	28545	23333
	1227.72	427.59	252.61	0.9444	0.7774	0.842
				36364	03333	
	1123.13	519.08	240.86	0.8639	0.9437	0.802
				46154	81818	86667

Tabel 13. Hasil *Fitness* Terbaik

Fitness			Hasil Optimasi	Kromosom
K	P	L		
0.334762	0.258582	0.419767	0.337703341	P1
0.013415	0.249671	0.191767	0.151617835	P2
0.0556	0.222564	0.157967	0.145376768	P3
0.136054	0.056218	0.197133	0.129801787	P4

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode PROFIFEA dan Zat gizi, maka dapat dihasilkan nilai *Fitness* terbaik yaitu 0.337703341 yaitu pada kromosom P1, zat gizi yang diperlukan

Bibin untuk karbohidrat sebesar 864.81, protein 407.78, dan lemak 174.07. Adapun hasil keseluruhan data pengeluaran zat gizi dan optimasi kebutuhan zat gizi yang sudah melalui tahap metode PROFIFEA pada tabel 14, 15 dan 16 dibawah ini, sebagai berikut:

Tabel 14. Data Keseluruhan Hasil Pengeluaran Energi

Nama	Jenis Kelamin	IMT	BMR	SDA
Bibin	L	19.8	1505	150.5

Tabel 14. Data Keseluruhan Hasil Pengeluaran Energi Lanjutan

Aktifitas Fisik	Pertumbuhan	Pengeluaran Energi
1837.6	-	2731.31

Tabel 16. Data Keseluruhan Hasil Optimasi

Nama	Kebutuhan Zat Gizi			Kromosom
	Karbohidrat	Protein	Lemak	
Bibin	864.81	407.78	174.07	P1

Pengujian tingkat akurasi menggunakan AFER (*Average Forecasting Error Rate*). Nilai AFER adalah nilai yang menyatakan presentase selisih antara data prediksi dengan data asli. Nilai AFER dapat dikatakan baik jika nilai errornya semakin kecil. Pada penelitian kali ini nilai aktual diambil dari data total kalori zat gizi dan nilai selisih diambil dari total keseluruhan perhitungan pinalti masing – masing atlet. Hasil data pengujian AFER dapat dilihat pada tabel 17 dibawah ini, sebagai berikut:

$$\text{AFER} = \sum \frac{|Ai - Fi| / Ai}{n} \times 100\% \quad (5)$$

Tabel 17. Pengujian AFER

No	Nama	Aktual	Selisih	Error (a – b)
1	Nasla	7645.7407	6441.9607	1203.78
2	Sisilia	7645.7407	6211.5207	1434.22
3	Kirana Dewi	7645.7407	6062.2507	1583.49
4	Nayla	7645.7407	6050.1007	1595.64
5	Dimas	7645.7407	6077.6707	1568.07
6	M Fahrizal	7645.7407	6143.7207	1502.02
7	M. Dito	7645.7407	6218.9107	1426.83
8	Ferdilla	7645.7407	6279.3407	1366.4
9	Reva Gita	7645.7407	6310.1307	1335.61
10	Layla Agustin	7645.7407	6164.1807	1481.56
11	Revanzu Wastha	7645.7407	6505.5107	1140.23

No	Nama	Aktual	Selisih	Error (a – b)
12	Talitha	7645.7407	7363.2207	282.52
13	Bibin	7645.7407	7175.3607	470.38
TOTAL		99394.6291		16390.75

$$\frac{99394.6291 - 16390.75/99394.6291}{39} \times 100\% = 0.021412672$$

Pada hasil perhitungan tingkat akurasi menggunakan metode AFER. Dapat disimpulkan bahwa nilai dari tingkat akurasi yaitu 0.02% yang dimana tingkat error dari perhitungan algoritma genetika dengan metode profifea bisa dikatakan optimal. Tingkat akurasi menggunakan AFER (*Average Forecasting Error Rate*) dapat dikatakan baik jika nilai errornya semakin kecil, dengan menggunakan error AFER ini bisa dikatakan mendekati kebenaran jika nilai error yang didapatkan mendekati 0% [12]. Pada penelitian ini mendapatkan hasil nilai *error* sebesar 0.02% yang dimana Optimasi Bahan Pangan Kecukupan Gizi Atlet Panjat Tebing Menggunakan Algoritma Genetika Dengan Metode PROFIFEA bisa dikatakan optimal.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang di lakukan dapat di simpulkan bahwa Metode PROFIFEA sangat relevan dan efektif dalam penentuan optimasi bahan pangan atlet panjat tebing sesuai dengan kalori dan gizi yang di butuhkan oleh atlet sehingga memenuhi standar pada keidealn tubuh. Terdapat perhitungan gizi per satu atlet yang dapat mengetahui kebutuhan kalori ideal pada atlet. Terdapat beberapa parameter yang mempengaruhi proses optimasi seperti nilai probabilitas crossover 0.01875 dengan nilai fitness 0.018235584 dan probabilitas mutation 0.20626 dengan nilai fitness 0.018235584. Dapat di ketahui bahwa setiap perubahan parameter dapat mempengaruhi hasil dari kromosom terbaik. Tingkat akurasi pada penelitian ini menggunakan AFER (*Average Forecasting Error Rate*) yang terdapat nilai error sebesar 0.02% yang artinya pengujian dalam perhitungan tersebut bisa dikatakan optimal. Pada peneliti selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan dan dapat memperbaiki data kebutuhan energi latihan atlet yang digunakan lebih fleksibel sehingga dapat *diupdate* guna memberikan nilai kebutuhan gizi aktual atlet lebih bak lagi serta dapat dilakukan pengujian dengan *tools* yang berbeda untuk tingkat akurat yang lebih lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. D. S. A. W. W. Muhammad Dimas Setiawan Sanapih, "Optimasi Menu Makanan Atlet Berdasarkan Jadwal Latihan Menggunakan Algoritme Genetika," *Jurnal*

Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer, vol. Volume 2 No 11 , pp. hlm. 4082-411, Jun 2018.

- [2] K. K. R. 2014, Pedoman Gizi Olahraga Prestasi, Kementerian Kesehatan RI, 2014.
- [3] R. L. D. H. S. E. Haupt, Partical Genetic Algorithms, Canada: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2004.
- [4] R. B. F. Febri Zukhruf, Pengantar Optimasi Dalam Rekayasa Transportasi, Bandung: ITB Press, 2021.
- [5] P. M. K. R. I. N. 4. T. 2014, Pedoman Gizi Seimbang, 2014.
- [6] D. E. Goldberg, Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning, Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, 1989.
- [7] G. M. Agusta, Algoritma Genetika, Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2018.
- [8] D. d. Christoper, "OPTIMASI ALGORITMA GENETIKA MENGGUNAKAN POPULATION RESIZING ON FITNESS IMPROVEMENT FUZZY EVOLUTIONARY ALGORITHM UNTUK PENJADWALAN MATA KULIAH," 2021.
- [9] N. d. Wakidah, Penerapan Fuzzy Evolutionary Algorithms Dan Weight Moving Averages Untuk Menentukan Jumlah Produksi Kedelai, Semarang: Univesitas Semarang Press, 2020.
- [10] J. G. d. F. K. R. Kruse, Foundations of Fuzzy Systems, England: John Wiley & Sons Ltd. Baffins Lane Chichester West Sussex PO19 1UD, England, 1994.
- [11] J. D. B. E. S. R. Melvin H. Williams, Nutrition For Health, Fitness & Sport, United States of America: McGraw-Hill Education, 2 Penn Plaza, New York, NY 10121, 2017.
- [12] d. Fuzan Alfi Mohammad, "Algoritma Genetika Untuk Optimasi Fuzzy Time Series Dalam," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Jurnal e-ISSN: 2548-964X*, pp. hlm. 831-835 , Vol. 3, No. 1, Januari 2019, .