

Sistem Penentuan Pola Makan Berat Badan Ideal Orang Dewasa Menggunakan Algoritma Particle Swarm

Adult Ideal Weight Determination System Using Particle Swarm Optimization Algorithm

1st Adzan Larrantuka
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
adzanlra@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Casi Setianingsih
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
setiacasie@telkomuniversity.ac.id

3rd Fussy Mentari Dirgantara
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
fussymentari@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Berat badan ideal adalah bobot optimal dari tubuh untuk menjaga kesehatan dan kebugaran. Banyak orang yang masih kurang peduli akan kesehatan tubuh mereka. Dalam penelitian ini perancangan suatu sistem pemilihan pola makan berat badan ideal untuk orang dewasa yang dapat membantu seseorang dalam memenuhi kebutuhan kalori yang sesuai dengan kebutuhan tubuh menggunakan algoritma *Particle Swarm Optimization*. Pembuatan sistem ini akan menampilkan informasi kondisi tubuh *user* dan menu makan sesuai dengan kondisi tubuh *user*. Data-data yang digunakan pada sistem pemilihan pola makan berat badan ideal untuk orang dewasa menggunakan algoritma Particle Swarm Optimization berupa data *user* sebanyak 50 data, dan data bahan makanan beserta kandungan gizinya yang terdiri dari 7 jenis bahan makanan berbeda, dengan total jumlah makanan sebanyak 92 data. Aplikasi ini memiliki tingkat akurasi dengan nilai persentase sebesar 86%. Untuk pengujian alpha mendapatkan tingkat akurasi dengan nilai persentase sebesar 100%. Maka, dapat disimpulkan bahwa sistem penentuan pola makan berat badan ideal untuk orang dewasa ini memenuhi tujuan yang diinginkan, yaitu membuat aplikasi yang mudah dan efisien digunakan untuk mengetahui pola makan yang sesuai dengan kebutuhan *user*.

Kata kunci : Berat badan ideal, Kalori, *Particle Swarm Optimization*, Pola makan.

Abstract

Ideal body weight is the optimal body weight to maintain body health and fitness. Many people are still not paying attention to their health regarding the proper calorie intake for their bodies. In this study, the authors designed a system for selecting an ideal body weight diet for adults that can help a person meet the calorie needs according to the body's needs using the Particle Swarm Optimization algorithm. Making this system will display information on the user's body condition and the eating menu according to the user's body condition. The data used in the system for selecting the ideal body weight diet for adults using the Particle Swarm Optimization algorithm in the form of 50 user data, and data on foodstuffs and their nutritional content consisting of 7 different types of food ingredients with a total of 92 data. This application has an accuracy rate with a percentage value of 86%. For alpha testing to get an accuracy level with a percentage value of 100%. So, it can be concluded that the system for determining the ideal body weight diet for adults fulfills the desired goal, which is to create an application that is easy and efficient to use to determine the diet according to the user's needs.

Keywords: Calorie, Dietary habit, Ideal weight, Particle Swarm Optimization.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kesehatan tubuh merupakan salah satu bagian terpenting dalam hidup kita, namun masih jarang masyarakat mengetahui berapa standar kalori yang dibutuhkan oleh tubuh kita perharinya. Kurangnya pengetahuan terkait kebutuhan kalori

tersebut disebabkan oleh kesibukan yang dimiliki masing-masing individu dan juga kurang pedulinya masyarakat dengan kesehatannya sendiri.

Pada umumnya setiap orang menginginkan berat badan yang ideal, terutama wanita. Namun tidak sedikit juga yang memiliki masalah dengan kekurusan, kegemukan atau bahkan sampai obesitas. Seseorang yang mengalami kekurangan atau kelebihan berat badan pada umumnya menjadi tidak percaya diri terhadap penampilannya. Selama ini faktor-faktor yang dianggap menjadi penyebab utama terjadinya masalah kekurusan atau kelebihan berat badan antara lain: Faktor genetika, gaya hidup yang tidak sehat, penggunaan obat-obat tertentu, kurang berolahraga, merokok dan pola makan yang tidak sehat.

B. Rumusan Masalah

Dari banyaknya masalah yang sudah dijelaskan sebelumnya, makan didapat rumusan masalah yang diajukan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimana desain dan implementasi tampilan aplikasi yang efektif untuk memudahkan pengguna saat menggunakan aplikasi bantuan dalam menentukan pola makan berat badan ideal?
2. Bagaimana merancang kebutuhan kalori yang pas untuk *user* melalui aplikasi ini?

C. Tujuan dan Manfaat

Dalam pengerjaan tugas akhir ini memiliki beberapa tujuan yang ingin dicapai dan manfaat yang didapat sebagaiberikut:

1. Membangun aplikasi Android dengan tampilan dan fitur yang mudah digunakan oleh *user*.

badan secara sehat seperti: Protein hewani, seperti daging merah, ayam, salmon, atau ikan lainnya. Asupan karbohidrat, yakni kentang, nasi merah, roti gandum dll. Lemak sehat, termasuk kacang-kacangan, zaitun, alpukat, dan keju [1].

B. Protein

Protein merupakan makromolekul yang terbentuk dari asam amino yang tersusun dari atom nitrogen, karbon dan oksigen. Beberapa jenis amino yang mengandung sulfur (metionin, sistin dan sistein) yang dihubungkan oleh ikatan peptida. Dalam makhluk hidup, protein berperan sebagai pembentuk struktur sel dan beberapa jenis protein memiliki peran fisiologis [2].

Protein adalah zat pembangun yang sangat penting dalam siklus kehidupan manusia. Protein digunakan sebagai zat pembangun tubuh untuk mengganti dan memelihara sel tubuh yang rusak, reproduksi, mencerna makanan dan kelangsungan proses normal dalam tubuh. Sumber protein adalah telur, ikan, susu, tahu dan

2. Mengetahui performa metode *Particle Swarm Optimization* dalam menentukan kebutuhan kalori yang sesuai dengan kondisi tubuh *user*.

D. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan aplikasi ini ditujukan kepada pengguna yang memiliki masalah terhadap berat badan.
2. Objek penelitian adalah orang dewasa (14 – 50 tahun keatas).
3. Algoritma yang digunakan adalah *Particle Swarm Optimization*.

II. KAJIAN TEORI

A. Kalori

Kalori merupakan satuan ukur untuk menyatakan nilai energi. Dalam ilmu gizi, kalori merupakan energi yang diperoleh dari makanan dan minuman serta penggunaan energi dalam aktivitas fisik. Tubuh memerlukan kalori untuk menghasilkan energi. Energi sangat berperan penting dalam kehidupan, tanpa energi, sel-sel di dalam tubuh bisa mati, sistem-sistem organ dalam tubuh bisa berhenti, serta tidak dapat melakukan aktivitas sehari-hari [1].

Pada umumnya, orang dewasa rata-rata membutuhkan dua ribu kalori. Berdasarkan FAO, kebutuhan kalori minimum rata-rata individu per hari secara global sekitar 1800 kalori. Namun, sebenarnya kebutuhan kalori tiap individu berbeda-beda, tergantung dari jenis kelamin, usia, berat badan, tinggi badan, dan aktivitas fisik [1].

Sumber kalori berasal dari beberapa makanan sehat dengan energi yang tinggi guna menambah berat

tempe [2].

C. Lemak

Lemak merupakan suatu molekul yang terdiri atas oksigen, hidrogen, karbon, dan terkadang terdapat nitrogen serta fosforus. Pengertian lemak tidak mudah untuk dapat larut dalam air. Untuk dapat melarutkan lemak, dibutuhkan pelarut khusus lemak seperti Choloroform [3].

Lemak merupakan sumber masalah yang tidak akan bisa dilepaskan dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini tiada lain karena seseorang tidak akan bisa terlepas dari proses makan. Seseorang wajib makan dalam memenuhi kebutuhan energi agar bisa melakukan aktivitas sehari-hari. Pada saat makan inilah lemak dapat masuk ke dalam tubuh dan selanjutnya mengendap dalam tubuh menjadi lemak jenuh [3].

B. Karbohidrat

Karbohidrat merupakan salah satu gizi

yang diperlukan oleh manusia yang berfungsi untuk menghasilkan energi bagi tubuh manusia. Karbohidrat sebagai zat gizi merupakan nama kelompok zat-zat organik yang mempunyai struktur molekul yang berbeda-beda, meski terdapat persamaan-persamaan dari sudut kimia dan fungsinya. Semua karbohidrat terdiri atas unsur Carbon (C), Hidrogen (H), dan Oksigen (O) [4].

C. Body Mass Index

$$\text{BMI} = \frac{\text{Berat Badan}}{\text{Tinggi badan}^2} \quad (2.1)[5]$$

$$\text{Underweight} = (< 18.5)$$

$$\text{Overweight} = (25 - 30)$$

$$\text{Obesitas} = (>30)$$

D. Berat Badan Ideal

Berat badan ideal adalah bobot optimal dari tubuh untuk menjaga kesehatan dan kebugaran. Rentang dari berat badan ideal seseorang bisa diperhitungkan sesuai dengan berbagai jenis faktor, diantaranya: jenis kelamin, usia, serta tinggi badan. Diketahui ada berbagai macam metode perhitungan berat badan ideal diantaranya yang paling umum digunakan untuk usia dewasa adalah berat badan ideal berdasarkan indeks massa tubuh berdasarkan rumus Brocha dan rumus Devine. Pada tugas akhir ini menggunakan rumus Brocha untuk menentukan Berat Badan Ideal. Rumus Brocha dapat dilihat pada persamaan 2.2 dan 2.3 berikut: [6].

$$\text{BBI} = \frac{\text{TB} - 100}{100} \times \text{L} \quad (2.2)$$

$$\text{BBI} = \frac{\text{TB} - 100}{100} \times \text{P} \quad (2.3)$$

E. Particle Swarm Optimization

Particle Swarm Optimization (PSO) adalah sebuah teknik stochastic optimization berdasarkan populasi seperti lalat, lebah, dan kuda nil yang dikemukakan oleh Russel C. Eberhart dan James Kennedy di tahun 1995. Hal tersebut terinspirasi oleh tingkah perilaku sosial dari pergerakan burung atau ikan [8].

Particle Swarm Optimization ini memiliki banyak persamaan dengan Genetic algorithms (algoritma Genetika), yaitu sebuah algoritma yang diadopsi dari proses evolusi manusia. Keduanya sama-sama terinspirasi dari sistem sosial dan sistem biologi yang hasilnya didapat

Body Mass Index atau Indeks massa tubuh (IMT) adalah sebuah parameter yang digunakan untuk mengetahui status berat badan seseorang tergolong normal maupun tidak (underweight, maupun overweight). Data yang diperlukan untuk mencari BMI adalah data selisih antara berat badan dan tinggi badan. BMI juga dapat digunakan untuk menggambarkan komposisi tubuh secara kasar, meskipun tidak disertai dengan nilai dari kontribusi berat dari lemak dan otot. Adapun perhitungan BMI sebagai berikut [5]:

Dengan range nilai sebagai berikut:

$$\text{Ideal} = (18.5 - 24.9)$$

F. Basal Metabolic Rate (BMR)

Menurut Harris (1919) BMR atau basal metabolic rate adalah kebutuhan kalori tubuh manusia dalam melakukan aktifitas apapun. Saat melakukan aktivitas apapun ataupun tidak melakukan aktivitas, manusia akan tetap memiliki kalori tubuh/BMR. Kalori ini berpengaruh terhadap asupan kalori makanan sehari-hari.

BMR setiap orang berbeda-beda, sesuai pada usia, jenis kelamin, berat badan, tinggi badan dan jenis aktivitas. Untuk mengetahui BMR yang dibutuhkan oleh tubuh adalah dengan cara perhitungan menggunakan rumus Harris-Benedict (1919). Rumus BMR ini dibedakan antara Laki-laki dan Perempuan yaitu: [7].

$$\text{Keb. Energi} = (66 + (13.7 \times \text{BBI}) + (5 \times \text{TB}) - (6.8 \times \text{U})) \times \text{A} \quad (\text{L}) \quad (2.4)$$

$$\text{Keb. Energi} = (665 + (9.6 \times \text{BBI}) + (1.8 \times \text{TB}) - (4.7 \times \text{U})) \times \text{A} \quad (\text{P}) \quad (2.5)$$

dari pencarian nilai optimal melalui pembaharuan solusi-solusi acak. Sehingga saat PSO dapat diterapkan, algoritma Genetika juga dapat diterapkan. Akan tetapi mekanisme keduanya memiliki perbedaan, PSO menggunakan metode berbagi satu arah. Di algoritma PSO, hanya gBest atau pBest yang memberikan informasi kepada yang lain untuk mencari solusi terbaik dengan efisien, sedangkan di dalam algoritma Genetika, setiap individu yang disebut chromosome akan membagi informasi kepada yang lainnya, sehingga seluruh populasi akan bergerak seperti satu kelompok menuju daerah yang optimal [8].

Algoritma dasar PSO sendiri terdiri dari tiga tahap, yaitu pembangkitan posisi serta

kecepatan partikel. Update velocity (update kecepatan), update position (update posisi). Partikel berubah posisinya dari suatu perpindahan (iterasi) ke posisi lainnya berdasarkan pada update velocity. Pertama, posisi X_j^k dan kecepatan V_j^k dari kumpulan partikel dibangkitkan secara random. Langkah kedua adalah update velocity (kecepatan) untuk semua partikel menggunakan fungsi objektif atau nilai fitness posisi partikel. Dari nilai fitness dapat ditentukan partikel mana yang memiliki nilai global terbaik (global best) pada swarm saat ini. Perumusan update velocity mencakup beberapa parameter random, r , tiga parameter yang memengaruhi arah pencarian, yaitu inertia factor (w), self confidence ($c1$), swarm confidence ($c2$). Langkah terakhir dari setiap iterasi adalah update posisi tiap partikel dengan vektor velocity, tiga tahapan di atas akan diulang sampai kriteria kekonvergenan terpenuhi. Kriteria kekonvergenan sangat penting dalam menghindari penambahan fungsi evaluasi setelah solusi optimum didapatkan. Namun, kriteria

g)

III. METODE

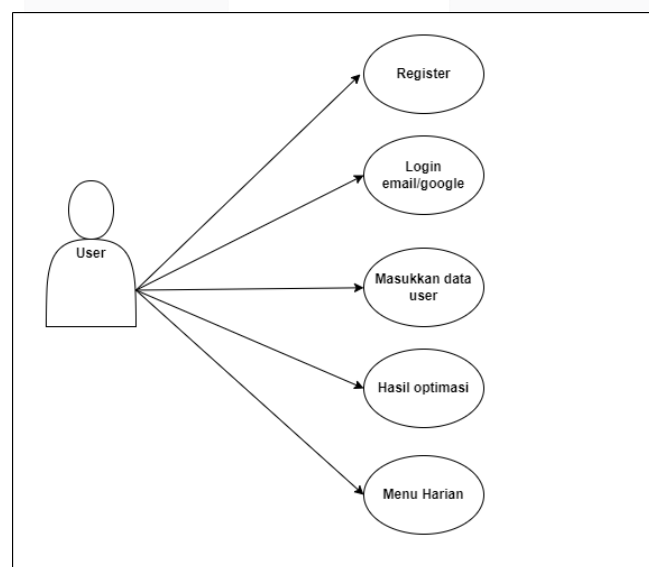
Sistem pemilihan menu makan berat badan ideal orang dewasa menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization dibangun menggunakan bahasa pemrograman

kekonvergenan tidak selalu mutlak diperlukan. Penetapan jumlah iterasi maksimal juga dapat digunakan sebagai stopping condition dari algoritma [11].

Istilah yang digunakan dalam penerapan algoritma PSO ialah sebagai berikut [12]:

- Swarm: populasi dari sekawanan partikel.
- Particle: individu pada suatu swarm.
- pBest: suatu partikel yang menunjukkan posisi terbaik.
- gBest: posisi terbaik dari seluruh partikel ada dalam suatu swarm.
- Velocity: kecepatan yang dimiliki oleh setiap partikel dalam menentukan arah perpindahan suatu partikel memperbaiki posisi semula.
- C1 dan C2: C1 merupakan konstanta kognitif dan C2 adalah konstanta pembelajaran sosial.

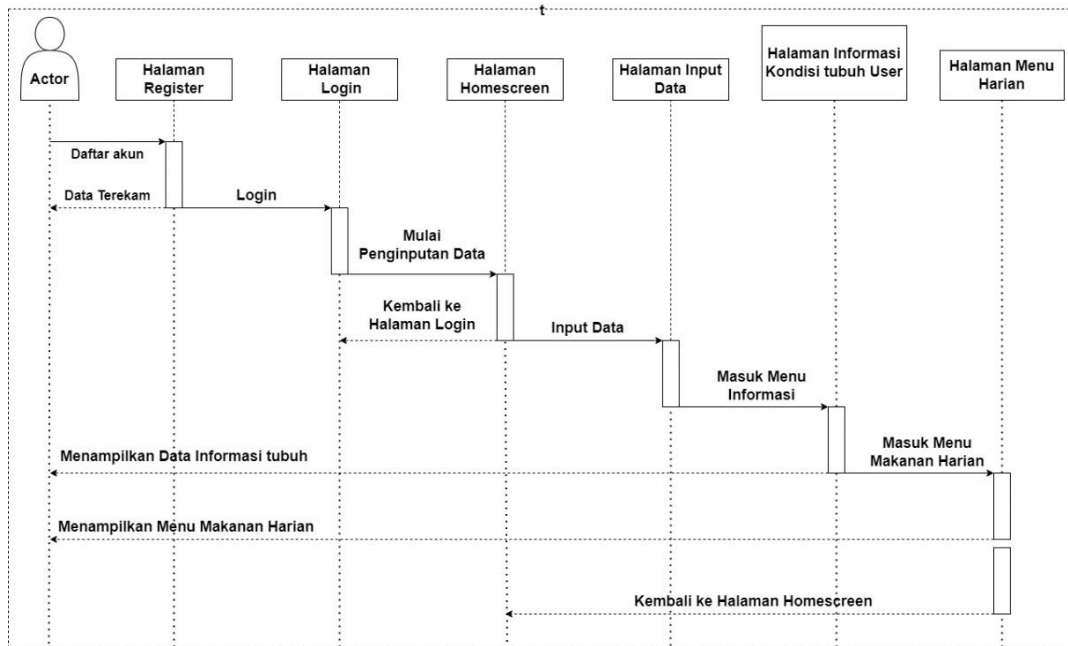
Java dan dibuat menggunakan Aplikasi Android Studio. Proses yang ada dalam program java merupakan proses bagaimana implementasi algoritma *Particle Swarm Optimization* dalam menentukan pola makan yang tepat agar mendapatkan hasil yang optimal bagi tubuh.



Gambar 2.1 Use Case Diagram dari aplikasi yang dibuat.

Pada Gambar 2.1 menunjukkan use case diagram. *User* terlebih dahulu harus mendaftarkan akun agar bisa login atau bisa menggunakan google akun, setelah itu *user* memasukkan data dan akan menampilkan informasi terkait informasi tubuh

user, kemudian dari data tersebut akan dilakukan proses optimasi algoritma *Particle Swarm Optimization* untuk mendapatkan pola makan yang telah sesuai dengan kondisi tubuh *user* tersebut.

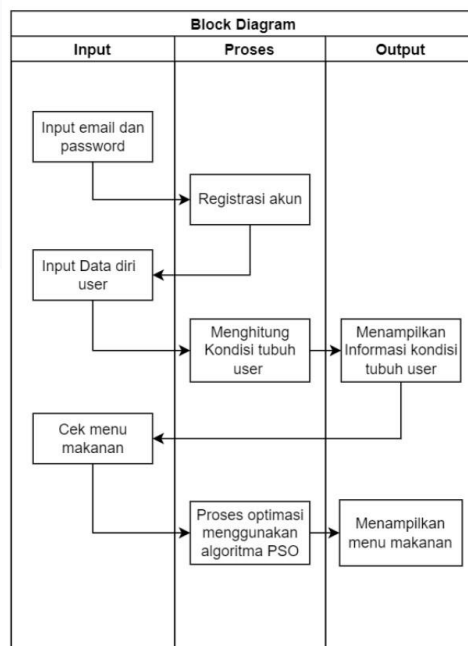


Gambar 2.2 Sequence Diagram

Pada Gambar 2.2 menunjukkan *sequence diagram* yang mana *user* melakukan registrasi akun atau daftar akun terlebih dahulu kemudian *login*. *User* yang telah *login* bisa memasukkan data *user* yang akan dioptimalkan untuk pola makannya yang otomatis aplikasi akan langsung menampilkan jadwal menu makanan

harian.

Perancangan arsitektur sistem menggunakan diagram block dalam proses pemilihan pola makan berat badan ideal untuk orang dewasa adalah sebagai berikut



Gambar 2.3 Alur Sistem

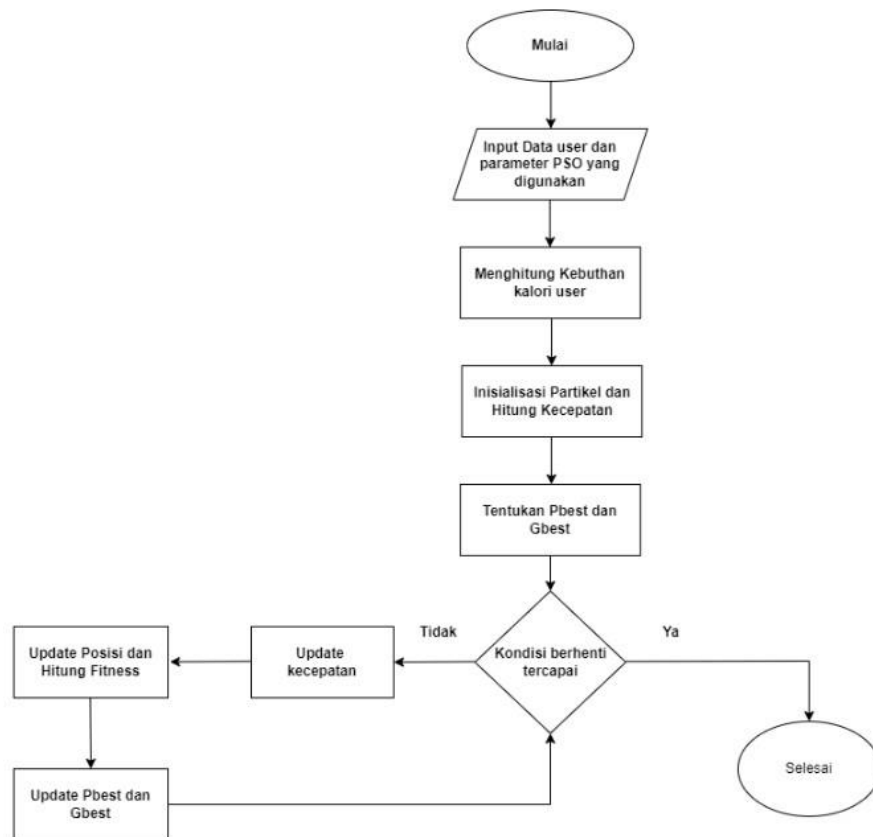
Pada Gambar 2.3 di atas dapat dilihat aplikasi pemilihan pola makan berat badan ideal untuk orang dewasa ini terdiri dari beberapa tahapan. Pertama pengguna dapat memasukkan

email dan password untuk membuat akun. Setelah itu, pengguna dapat memasukkan data mereka untuk mendapatkan informasi tubuh pengguna. Setelah memasukkan data, sistem akan menampilkan informasi tubuh *user* berdasarkan

data yang sudah dimasukkan sebelumnya. Terakhir, *user* dapat melihat menu makanan harian sesuai dengan kebutuhan kalori yang diperlukan melalui hasil optimasi Algoritma *Particle Swarm Optimization*.



Algoritma Particle Swarm Optimization memiliki alur proses sebagai berikut:



Gambar 2.4 Flowchart Algoritma Particle Swarm Optimization

Pada Gambar 2.4 dapat dilihat proses algoritma yang telah dibuat. Data *user* yang dimasukkan merupakan nama *user*, tinggi badan, berat badan, usia, jenis aktivitas dan jenis kelamin.. Lalu, untuk stopping condition yang digunakan adalah jika jumlah iterasi sudah dilakukan sebanyak 20 kali.

Tabel 2.1 Parameter PSO

Jumlah Partikel	C1	C2	R	Itermax	Wmin	Wmax
2	2	2	0.8342	2	0.6	0.9

Setelah input data dan menentukan parameter, selanjutnya menghitung kebutuhan gizi *user* menggunakan persamaan (2.6) atau persamaan (2.7).

$$BBI = (TB - 100) - (10\% \text{ dari } TB - 100) \text{ (L)} \quad (2.6)$$

$$BBI = (TB - 100) - (15\% \text{ dari } TB - 100) \text{ (P)} \quad (2.7)$$

Setelah mendapatkan BBI, Hitung kebutuhan energi dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Keb. Energi} = (66 + (13.7 \times BBI) + (5 \times TB) - (6.8 \times U)) \times A \text{ (L)} \quad (2.8)$$

$$\text{Keb. Energi} = (665 + (9.6 \times BBI) + (1.8 \times TB) - (4.7 \times U)) \times A \text{ (P)} \quad (2.9)$$

$$\text{Keb. Protein} = (15\% \times \text{Keb. Energi})$$

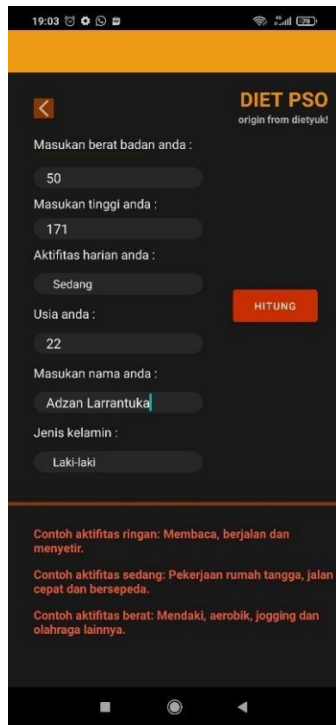
$$\text{Keb. Lemak} = (20\% \times \text{Keb. Energi})$$

$$\text{Keb. Karbohidrat} = (65\% \times \text{Keb. Energi})$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian

Berikut merupakan tampilan aplikasi pemilihan pola makan orang dewasa yang telah dibuat:



Gambar 3.1 Tampilan awal aplikasi.



Gambar 3.2 Tampilan hasil aplikasi.

Pada gambar 3.2 dapat dilihat bahwa tampilan hasil aplikasi menunjukkan menu makan yang telah dioptimasi.

B. Pengujian Alpha

Pada aplikasi pemilihan pola makan untuk orang dewasa akan dilakukan pengujian secara fungsional pada fitur-fiturnya, pengujian dilakukan dengan cara menjalankan aplikasi dan menjalankan setiap menu yang ada di dalamnya.

Tabel 3.1 Pengujian Alpha

Deskripsi Pengujian	Prosedur Pengujian	Keluaran yang diharapkan	Hasil yang Didapat	Hasil uji	
				Diterima	Ditolak
Melakukan proses login	Menekan tombol "<>"	Menampilkan menu homescreen	Aplikasi dapat menampilkan menu homescreen	✓	

Deskripsi Pengujian	Prosedur Pengujian	Keluaran yang diharapkan	Hasil yang Didapat	Hasil uji	
				Diterima	Ditolak
Tombol <i>Logout</i>	Menekan tombol <i>Logout</i>	Menampilkan menu pilihan <i>login</i>	Aplikasi dapat kembali menampilkan menu pilihan <i>login</i>	✓	
Melakukan proses memasukkan data	Menekan tombol <i>image</i> "Mulai yuk?"	Menampilkan menu data <i>user</i>	Aplikasi dapat menampilkan menu data <i>user</i>	✓	
Mengisi Data <i>User</i>	Melengkapi data <i>user</i> dan menekan tombol "Hitung"	Menampilkan menu informasi <i>user</i>	Aplikasi dapat menampilkan menu informasi <i>user</i>	✓	
Mengosongkan semua bagian Data <i>User</i>	Akan muncul	Sistem akan menolak akses dan akan menampilkan "Mohon untuk melengkapi data"	Sistem menampilkan pesan "Mohon untuk melengkapi data"	✓	
Menampilkan menu makanan <i>user</i>	Menekan tombol "Cek menu makanan"	Sistem akan menampilkan jadwal menu makanan harian	Aplikasi dapat menampilkan menu jadwal makan	✓	

Pada tabel 3.1 menampilkan pengujian yang dilakukan pada aplikasi.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil Tugas Akhir ini, dapat ditarik kesimpulan yaitu:

1. Sistem penentuan pola makan berat badan ideal untuk orang dewasa sesuai dengan tujuan, yaitu dapat dengan mudah dan efisien digunakan oleh *user* dengan nilai pengujian alpha sebesar 100%.
2. Sistem penentuan pola makan berat badan ideal untuk orang dewasa dalam menentukan pola makan yang sesuai dengan kebutuhan *user* menggunakan algoritma Particle Swarm Optimization memiliki persentase akurasi sebesar 86%.

REFERENSI

[1] Turmchokkasam, Sirichai, and Kosin Chamnongthai. "The Design and Implementation of an Ingredient-Based Food Calorie Estimation System Using Nutrition Knowledge and Fusion of Brightness and Heat

Information." IEEE Access, vol. 6, 2018, 46863–46876, pp. 10.1109/access.2018.2837046.

[2] Harahap, Novita. "45 PROTEIN DALAM NUTRISI OLAHRAGA." Jurnal Ilmu Keolahragaan, vol. 13, no. 2, 2014, pp. 45–54.

[3] Gusti, I, et al. "PENGUKURAN TINGKAT KADAR LEMAK TUBUH MELALUI JOGGING SELAMA 30 MENIT MAHASISWA PUTRA SEMESTER IV FPOK IKIP PGRI BALI TAHUN 2016." Jurnal Pendidikan Kesehatan Rekreasi, vol. 1, 10 June 2016, pp. 90–97.

[4] Siregar, Christian. "Fungsi Karbohidrat Untuk Tubuh." Jurnal Ilmu Keolahragaan, vol. 5, no. 1, 1 Apr. 2014, p. 107, 10.21512/humaniorav5i1.2988.

[5] Luh Ari Arini, I Ketut Wijana. "Korelasi Antara Body Mass Index (BMI) Dengan Blood Pressure (BP) Berdasarkan Ukuran

- Antropometri Pada Atlet” *Jurnal Kesehatan Perintis*, vol 7, 12 Juli 2020, pp. 32 – 40..
- [6] Crawford, D, and K Campbell. “Lay Definitions of Ideal Weight and Overweight.” *International Journal of Obesity*, vol. 23, no. 7, July 1999, pp. 738–745, 10.1038/sj.ijo.0800922. Accessed 1 Feb. 2022.
- [7] Putra Utama, Dio, et al. “RANCANG BANGUN APLIKASI PENJUALAN MAKANAN SEHAT BEDASARKAN PERHITUNGAN KALORI MENGGUNAKAN BMR PADA RUMAH SAKIT ISLAM JEMURSARI.” *JSIKA*, vol. 09, no. 03, 2019, pp. 1–9.
- [8] Alhussein, Musaed, and Syed Irtaza Haider. “Improved Particle Swarm Optimization Based on Velocity Clamping and Particle Penalization.” *2015 3rd International Conference on Artificial Intelligence, Modelling and Simulation (AIMS)*, Dec. 2015, pp. 62–64, 10.1109/aims.2015.20.
- [9] Roberge, Vincent, et al. “Comparison of Parallel Genetic Algorithm and Particle Swarm Optimization for Real-Time UAV Path Planning.” *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 9, no. 1, Feb. 2013, pp. 132–141, 10.1109/tii.2012.2198665.
- [10] Ayu Sulistiani, Queenisti Dyah, et al. “Dietary Habits for Toddler Growth Using Particles Swarm Optimization Algorithms.” *2020 2nd International Conference on Cybernetics and Intelligent System (ICORIS)*, 27 Oct. 2020, 10.1109/icoris50180.2020.9320841.”
- [11] W. Ding and W. Fang, “Target Tracking by Sequential Random Draft Particle Swarm Optimization Algorithm,” *IEEE International Smart Cities Conference (ISC2)*, Mar. 2019.
- [12] Chau, K.W. “A Split-Step Particle Swarm Optimization Algorithm in River Stage Forecasting.” *Journal of Hydrology*, vol. 346, no. 3-4, Nov. 2007, pp. 131–135, 10.1016/j.jhydrol.2007.09.004