

Optimasi Komposisi Makanan untuk Atlit *Endurance* Menggunakan Metode *Particle Swarm Optimization*

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:
Zilfikri Yulfiandi Rachmat
NIM: 125150200111080



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016

PENGESAHAN

Optimasi Komposisi Makanan untuk Atlet Olahraga *Endurance* dengan
Menggunakan *Particle Swarm Optimization*

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :

Zilfikri Yulfiandi Rachmat

NIM: 125150200111080

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
8 Agustus 2016

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dian Eka Ratnawati, S.Si., M.Kom

NIP: 19730619 200212 2 001

Achmad Arwan, S.Kom., M.Kom

NIK: 198408152008121004

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Informatika

Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D

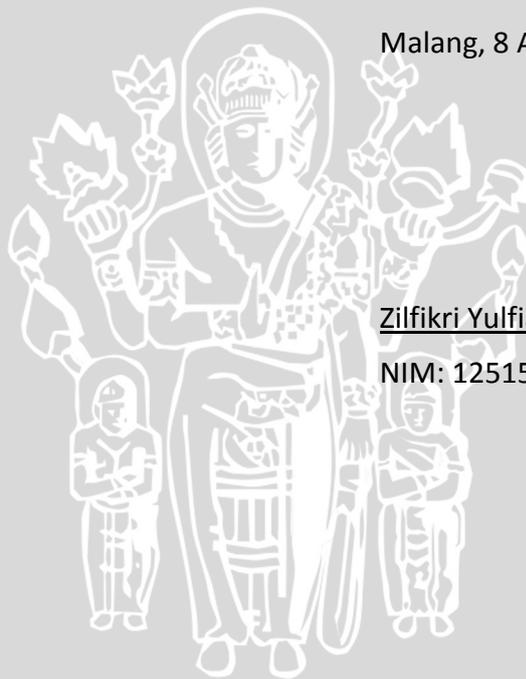
NIP: 19710518 200312 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 8 Agustus 2016



Zilfikri Yulfiandi Rachmat

NIM: 125150200111080

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan YME, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

Penulisan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom) pada Fakultas Ilmu Komputer (FILKOM) Universitas Brawijaya Malang. Judul yang penulis ajukan adalah "Optimasi Komposisi Makanan untuk Atlit *Endurance* Menggunakan Metode *Particle Swarm Optimization*".

Untuk kesempatan ini penulis juga menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak – pihak yang telah membantu penulis selama penyusunan skripsi ini, diantaranya:

1. Bapak Wayan Firdaus Mahmudy , S.S.i., M.T.,Ph.D selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.
2. Bapak Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D Selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.
3. Bapak Agus Wahyu Widodo, S.T, M.Cs Selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.
4. Ibu Dian Eka Ratnawati, S.Si, M.Kom selaku Dosen Pembimbing dan Dosen PA yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi.
5. Bapak Achmad Arwan, S.Kom, M.Kom selaku Dosen Pembimbing 2 yang juga ikut meluangkan waktu untuk membimbing dalam pengerjaan skripsi.
6. Orang tua dan saudara atas dukungan, kesabaran dan doa yang tidak pernah lelah dalam membantu mendidik dan memberi cinta yang tulus dan ikhlas kepada penulis.
7. Teman-teman seperjuangan yang telah banyak membantu penulis dan memberikan dukungan dalam menyusun skripsi ini sampai selesai.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini baik dalam teknik penyajian materi maupun pembahasan. Demi kesempurnaan skripsi ini, saran dan kritik yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan. Semoga karya tulis ini bermanfaat dan dapat memberikan sumbangan yang berarti bagi pihak yang membutuhkan.

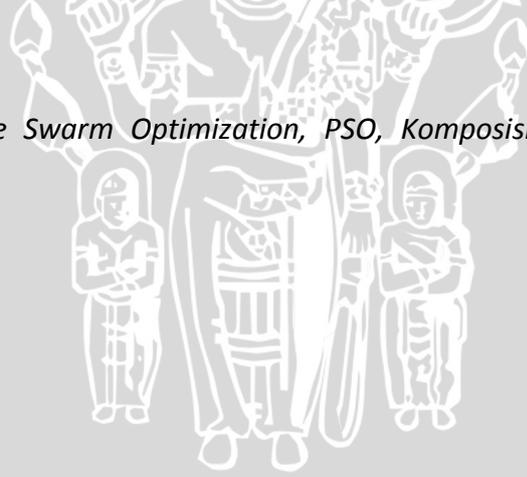
Malang, 8 Agustus 2016

Penulis

ABSTRAK

Olahraga adalah aktivitas yang tidak terpisahkan dari kehidupan sehari-hari sebagian besar masyarakat karena dapat menjaga kesehatan tubuh. Salah satu jenis dari olahraga adalah olahraga *Endurance* (ketahanan). Olahraga ini di tiap tahunnya mengalami peningkatan jumlah atlet yang berpartisipasi. Saat perlombaan atau turnamen olahraga, selain latihan yang rutin, komposisi makanan yang tepat adalah salah satu faktor yang menunjang performa atlet agar menjadi lebih baik. Pada penelitian ini menggunakan metode *PSO (Particle Swarm Optimization)* untuk menentukan kombinasi bahan makanan untuk memenuhi kebutuhan gizi atlet olahraga *endurance* dalam sehari. Total bahan makanan yang digunakan sebanyak 125 bahan dan tiap makanan memiliki kandungan gizi berupa protein, lemak, dan karbohidrat. Untuk setiap partikel dalam metode *PSO* mengandung 14 bahan makanan dengan direpresentasikan nomor bahan makanan dari tabel database bahan makanan. Dari hasil pengujian parameter metode *PSO* pada penelitian ini diperoleh ukuran populasi terbaik sebesar 200 partikel, jumlah iterasi terbaik sebanyak 80, dan kombinasi nilai C1 dan C2 adalah 1 dan 1. Hasil dari uji coba studi kasus, dapat disimpulkan bahwa sistem dapat memberikan hasil rekomendasi menu makanan yang baik, yaitu yang masih dalam batas toleransi kecukupan kebutuhan gizi untuk atlet olahraga *Endurance*.

Kata Kunci: : *Particle Swarm Optimization, PSO, Komposisi Makanan, Atlet, Olahraga Endurance*



ABSTRACT

Sport is an activity that can't be separated from daily life from most of people because their benefit for health. Endurance sport is one of the sport's variety. Nowadays, the number of people that participated in Endurance sport are increasing. When the tournament season or competition is coming, beside an intensive exercise, the food compositions for diet are one of some factors that had a significant and necessary role for giving great performance of an athlete in a daily occasion. This research used 125 of foods and each of it contained different proportion of nutrition included protein, fat, and carbohydrate. For each particle in PSO method contained 14 different food ingredients that will be represented with index based on the database of this research. The giving result of PSO method's testing that has been conducted are the best population is 200 particles, the best iteration is 80, and the combination for C1 and C2 is 1 and 1. From those result can be concluded that the system of this research able to give a fitting recommendation of food composition, measured by the result is in a range of sufficient tolerance for athlete's nutrient needs.

Keywords: *Particle Swarm Optimization, PSO, Food Composition, Athletes, Endurance Sport*

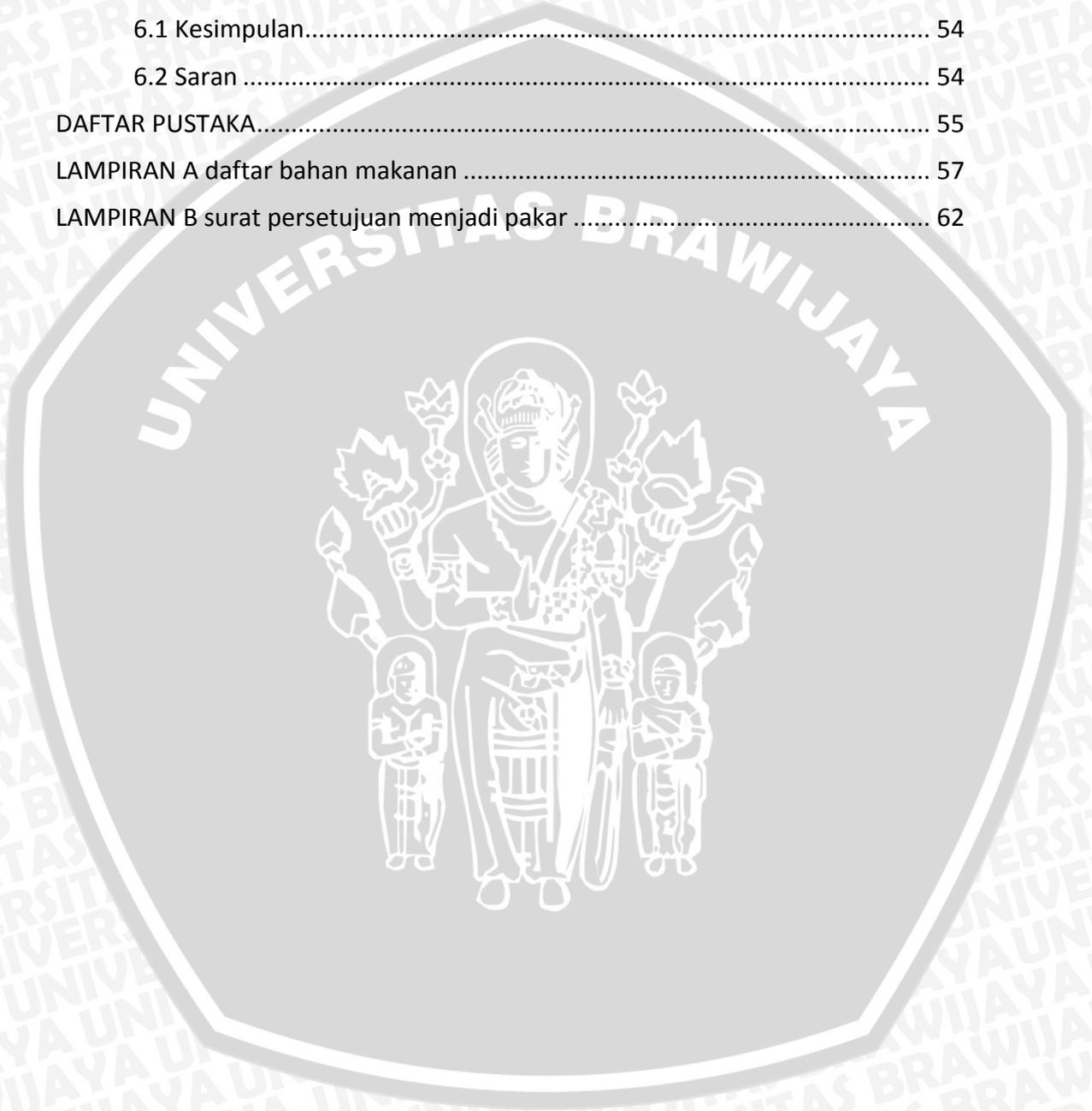


DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan masalah.....	3
1.6 Sistematika pembahasan.....	3
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Komposisi Makanan & Gizi	6
2.2.1 Karbohidrat	7
2.2.2 Vitamin	7
2.2.3 Lemak	7
2.2.4 Protein.....	7
2.2.5 Ilmu Gizi.....	8
2.3 Atlit <i>Endurance</i>	8
2.4 Kebutuhan Gizi untuk Atlit <i>Endurance</i>	9
2.4.1 Kebutuhan Energi untuk Atlit <i>Endurance</i>	9
2.4.2 Kebutuhan Karbohidrat untuk Atlit <i>Endurance</i>	10
2.4.3 Kebutuhan Protein untuk Atlit <i>Endurance</i>	10
2.4.4 Kebutuhan Lemak untuk Atlit <i>Endurance</i>	10
2.5 Data Atlit <i>Endurance</i>	11

2.6 Metode <i>Particle Swarm Optimization</i>	11
2.6.1 Particle Swarm Optimization	11
2.6.2 <i>Fitness</i>	13
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN DAN PERANCANGAN.....	14
3.1 Studi Literatur	14
3.2 Analisis Kebutuhan Sistem.....	14
3.2.1 Deskripsi Umum Sistem	15
3.2.2 Data Penelitian	15
3.2.3 Spesifikasi Pengembangan Sistem	15
3.3 Perancangan Sistem.....	16
3.3.1 Siklus Penyelesaian Masalah Menggunakan <i>Particle Swarm Optimization</i>	16
3.3.2 Perancangan <i>User Interface</i>	26
3.3.3 Perancangan Uji Coba dan Evaluasi.....	31
BAB 4 implementasi	34
4.1 Implementasi Program	34
4.1.1 Proses Pengambilan Data Bahan Makanan	34
4.1.2 Pembangkitan Populasi Awal.....	35
4.1.3 Menghitung <i>Fitness</i> Tiap Partikel.....	35
4.1.4 Menentukan <i>pBest</i>	36
4.1.5 Menentukan <i>gBest</i>	37
4.1.6 Perhitungan <i>Velocity</i>	37
4.1.7 Perhitungan <i>Position</i>	37
4.1.8 Proses Seleksi	38
4.2 Implementasi Antarmuka	38
BAB 5 PEngujian dan analisis	42
5.1 Hasil dan Analisa Pengujian Parameter <i>Particle Swarm Optimization</i>	42
5.1.1 Uji Coba Banyak Populasi.....	42
5.1.2 Uji Coba Iterasi	43
5.1.3 Uji Coba Kombinasi <i>C1</i> dan <i>C2</i>	44
5.2 Hasil dan Analisa Pengujian Sistem	46
5.2.1 Kasus 1.....	46

5.2.2 Kasus 2.....	47
5.2.3 Kasus 3.....	49
5.2.4 Kasus 4.....	51
BAB 6 Penutup	54
6.1 Kesimpulan.....	54
6.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN A daftar bahan makanan	57
LAMPIRAN B surat persetujuan menjadi pakar	62



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Data Atlet.....	11
Tabel 3.1 Faktor Aktivitas Atlet Olahraga Endurance	19
Tabel 3.2 Kebutuhan Gizi Atlet Olahraga Endurance.....	19
Tabel 3.3 Representasi Partikel.....	20
Tabel 5.1 Hasil Uji Coba Banyak Populasi	42
Tabel 5.2 Hasil Uji Coba Banyaknya Iterasi	43
Tabel 5.3 Hasil Uji Coba Kombinasi C1 dan C2.....	45
Tabel 5.4 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Kasus 1	47
Tabel 5.5 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Kasus 2	49
Tabel 5.6 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Kasus 3	51
Tabel 5.7 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Kasus 4	53



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Blok Metodologi Penelitian	14
Gambar 3.2 <i>Flowchart Particle Swarm Optimization</i>	17
Gambar 4.1 Proses Pengambilan Data Bahan Makanan	35
Gambar 4.2 Pembangkitan Populasi Awal	35
Gambar 4.3 Proses Menghitung <i>fitness</i>	36
Gambar 4.4 Proses Penentuan <i>pBest</i>	36
Gambar 4.5 Proses Penentuan <i>gBest</i>	37
Gambar 4.6 Perhitungan <i>Velocity</i>	37
Gambar 4.7 Proses Perhitugan <i>Position</i>	38
Gambar 4.8 Proses Pemilihan Kromosom Terbaik	38
Gambar 4.9 Antarmuka Halaman Utama.....	39
Gambar 4.10 Antarmuka Halaman Data Bahan Makanan.....	39
Gambar 4.11 Antarmuka Halaman Gbest Tiap Iterasi	40
Gambar 4.12 Antarmuka Halaman Hasil.....	41
Gambar 5.1 Hasil Uji Coba Ukuran Populasi	43
Gambar 5.2 Hasil Uji Coba Banyaknya Iterasi	44
Gambar 5.3 Hasil Uji Coba Kombinasi <i>C1</i> dan <i>C2</i>	45
Gambar 5.4 Hasil Uji Coba Kasus 1	45
Gambar 5.5 Hasil Uji Coba Kasus 2	45
Gambar 5.6 Hasil Uji Coba Kasus 3	45
Gambar 5.7 Hasil Uji Coba Kasus 4	45

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Makanan adalah sumber utama manusia untuk mendapatkan energi dan juga kebutuhan akan gizi untuk berkembang menjadi lebih baik. Ada banyak macam kandungan yang diperlukan manusia yang bisa diperoleh dari makanan seperti karbohidrat, vitamin, lemak, protein dan sebagainya. Sumber makanan pun juga banyak seperti buah-buahan, umbi-umbian, sayuran-sayuran, dan atau yang berasal dari hewan atau biasa disebut hewani.

Kandungan tiap jenis makanan pun tentunya berbeda-beda, oleh karena itu pentingnya mengatur apa yang kita makan agar memenuhi kebutuhan kalori atau gizi bisa tercakupi. Selain mengatur komposisi makanan, perlu diperhatikan juga porsi makanan yang akan dikonsumsi, diusahakan agar tidak terlalu banyak atau terlalu sedikit dari yang seharusnya dibutuhkan. Dengan kandungan dan porsi yang benar dan cukup inilah yang menjadi sebuah diet yang optimal.

Diet yang optimal ini diperlukan semua orang, khususnya mereka yang merupakan seorang Atlet. Atlet adalah seseorang yang bertanding dalam sebuah perlombaan fisik, atlet ada yang amatir dan juga yang profesional. Latihan dan perlombaan mewajibkan para atlet untuk selalu mengatur pola makan, terutama ketika mendekati perlombaan dan ketika lomba itu berlangsung. Rutinitas atlet secara fisik pada umumnya lebih berat dibandingkan mereka yang non-Atlet atau berolahraga hanya di waktu luang.

Parameter untuk diet yang optimal dengan komposisi makanan seringkali menggunakan batasan harga dari makanan tersebut. Harga makanan yang bervariasi dan juga jumlah yang dibutuhkan perlu dalam kuantitas tertentu menjadi pertimbangan untuk selalu mencari harga termurah tapi mendapatkan komposisi makanan yang baik untuk diet yang optimal.

Atlet pun memiliki bervariasi jenis olahraga, mulai dari Atlet lari maraton, renang, bulu tangkis, angkat besi dan lain sebagainya. Olahraga yang ditekuni para Atlet pun memiliki kriteria dan kebutuhan yang berbeda, dan pengkategorian jenis olahraga cenderung berdasarkan pada aspek apa olahraga tersebut sangat dibutuhkan. *Endurance* adalah aspek olahraga yang menjadi pembahasan sekarang, salah satu komponen dari kebugaran fisik, sehingga sebagian besar Atlet harus memiliki otot yang kuat dan *cardiorespiratory* (daya tahan jantung dan paru-paru) ditingkat tertentu untuk bisa melakukan olahraga yang *Endurance* adalah aspek utamanya (Fink, et al., 2011). Contoh Atlet *Endurance* ini adalah pelari, pesepeda, perenang dan olahraga yang memerlukan stamina untuk jangka waktu tertentu. Kebutuhan gizi Atlet *Endurance* ini tentu berbeda dengan Atlet *Power* dan lainnya. Atlet *Endurance* memerlukan karbohidrat dan lemak cadangan yang bisa bertahan sehingga bisa diolah lebih lama, atau menjadi cadangan energi yang diperlukan untuk penggunaan yang tidak sebentar pula.

Durasi olahraga yang lama inilah yang menyebabkan seorang Atlet memerlukan kalori yang banyak sehingga mereka tidak kehabisan energi ketika bertanding. Komposisi makanan yang benar dan juga porsi yang cukuplah yang menjadi pendukung performa seorang Atlet disamping olahraga yang teratur. Diet dan atau komposisi makanan yang baik juga akan menjadi energi cadangan yang baik.

Banyak metode yang bisa digunakan untuk menghitung atau melakukan optimasi komposisi makanan, salah satunya adalah *Particle Swarm Optimization* (PSO). PSO adalah sebuah metode dalam bidang Algoritma Evolusi yang diciptakan oleh Kennedy dan Eberhart pada tahun 1995. Algoritma ini terinspirasi oleh sekumpulan hewan, atau biasa disebut *swarm*, yang sedang mencari makanan, contohnya burung atau ikan. Kawanan hewan ini akan bergerak secara bersamaan dalam suatu daerah untuk mencari letak pasti makanan, ketika salah satu individu menemukan lokasi makanan terdekat maka hewan lainnya akan mengikuti arah hewan yang sudah menemukan makanan tersebut. Jadi, penjelasan singkat tersebut menyatakan bahwa ketika ada hewan yang sudah menemukan makanan, maka hewan tersebutlah yang akan menjadi pusat dari hewan-hewan lainnya, atau dialah yang memiliki nilai *fitness* terbaik. Nilai *fitness* adalah nilai yang menjadi bobot untuk menentukan sebuah solusi permasalahan. (Retno Putri, I., 2015)

Berdasarkan uraian tersebut diatas, maka diusulkan sebuah optimasi komposisi makanan untuk atlet *Endurance* menggunakan metode *Particle Swarm Optimization*.

1.2 Rumusan masalah

Adapun rumusan masalah yang ada pada penelitian ini berdasarkan latar belakang diatas adalah:

1. Bagaimana menggunakan parameter *Particle Swarm Optimization* untuk melakukan optimasi menu makanan pada Atlet olahraga *Endurance*?
2. Apakah dengan menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* sistem mampu memberikan komposisi makanan yang baik?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang ada pada penelitian ini dilihat dari rumusan masalahnya adalah:

1. Menggunakan parameter yang ada untuk menentukan komposisi makanan dengan menggunakan Metode PSO
2. Menghitung hasil dan selisih kandungan komposisi makanan untuk menentukan baik tidaknya sistem menggunakan Metode PSO

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini diharapkan bisa menjadi sebuah alat bantu para Atlit dan atau orang biasa untuk menentukan diet atau komposisi makanan yang akan mereka konsumsi tiap hari untuk mendapatkan sebuah diet harian yang baik dan sehat. Dan juga menjadi bahan acuan atau membantu untuk penelitian lain atau lebih lanjut yang memiliki pembahasan dibidangnya yang relevan.

1.5 Batasan masalah

Adapun beberapa batasan masalah di penulisan ini adalah:

1. Data Atlit dan komposisi makanan yang ada, adalah hasil secara umum dan tidak khusus atau spesifik, sehingga tentu saja akan ada beberapa perbedaan pada kondisi riil yang akan diabaikan.
2. Penelitian ini hanya mengoptimasi komposisi makanan dan bukan dalam bentuk menu makanan siap saji.
3. Atlit olahraga *Endurance* dalam penelitian ini diasumsikan tidak memiliki alergi terhadap makanan tertentu.
4. Kandungan gizi yang diperhitungkan hanya karbohidrat, protein, dan lemak.

1.6 Sistematika pembahasan

Sistematika pembahasan yang disusun dalam laporan penelitian ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, dan sistematika pembahasan dalam penyusunan laporan penelitian.

BAB II LANDASAN KEPUSTAKAAN

Bab ini membahas mengenai kajian pustaka tentang gizi, Atlit olahraga *Endurance*, *Particle Swarm Optimization* dan penelitian terdahulu serta teori yang akan menunjang penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai metode yang digunakan dalam penelitian serta langkah kerja yang dilakukan dalam proses implementasi sistem.

BAB IV PERANCANGAN

Bab ini menjelaskan mengenai perancangan sistem optimasi komposisi makanan untuk Atlit olahraga *Endurance* dengan menggunakan implementasi *Particle Swarm Optimization*.

BAB V IMPLEMENTASI

Bab ini membahas mengenai implementasi dari perangkat lunak sesuai dengan perancangan sistem yang telah dibangun sebelumnya.

BAB VI PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini membahas mengenai proses dan hasil dari pengujian terhadap sistem yang telah dibangun dan menganalisis apakah program telah berjalan sesuai dengan perancangan yang dibuat.

BAB VII PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh setelah melalui rangkaian proses pada bab – bab sebelumnya, dan saran – saran untuk pengembangan lebih lanjut dari sistem optimasi komposisi makanan untuk Atlit olahraga *Endurance* dengan menggunakan Particle Swarm Optimization.



BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Bab dua penelitian ini terdiri atas dua bagian yaitu kajian pustaka dan dasar teori. Di bab ini akan membahas dan mengkaji dari sumber yang ada secara umum yang berhubungan dengan topik skripsi dan juga membandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian skripsi yang sedang dilakukan. Beberapa contoh penelitian yang menjadi acuan adalah “Studi Komparasi Algoritma *Particle Swarm Optimization* Pada Aplikasi *Filter Adaptive Noise Cancellation*” oleh Rahajoeningrum (2013) dan penelitian yang dilakukan oleh Retno Putri (2015) yang membantu dalam memahami metode *Particle Swarm Optimization*. Dasar teori membahas mengenai teori yang mendukung penelitian ini dan didapatkan dari berbagai sumber pustaka. Pada penelitian ini, dasar teori memuat penjelasan mengenai konsep *Particle Swarm Optimization*, olahraga *Endurance*, dan asupan gizi untuk atlit olahraga *Endurance*.

2.1 Kajian Pustaka

Kajian Pustaka pada penelitian ini membahas penelitian terdahulu yang menggunakan metode *Particle Swarm Optimization*. Penelitian yang digunakan sebagai acuan dan pembanding adalah penelitian yang dilakukan oleh Retno Putri (2015) yang membahas mengenai optimasi metode *adaptive fuzzy KNN* dengan *Particle Swarm Optimization* untuk klasifikasi status sosial ekonomi keluarga dan penelitian “Studi Komparasi Algoritma *Particle Swarm Optimization* Pada Aplikasi *Filter Adaptive Noise Cancellation*” yang membandingkan berbagai macam variasi *Particle Swarm Optimization* pada algoritma filter adaptif, penelitian ini merujuk pada 11 jenis variasi *Particle Swarm Optimization*.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Retno Putri (2015), metode *Particle Swarm Optimization* digunakan untuk mengklasifikasikan status sosial ekonomi keluarga. Nilai rata-rata akurasi penggunaan metode *Particle Swarm Optimization* adalah 91.31%.

Dari kajian pustaka terhadap penelitian di atas, penulis memperoleh kesimpulan bahwa metode *Particle Swarm Optimization* memiliki potensial dan dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi komposisi makanan. Oleh karena itu penulis menggunakan algoritma metode *Particle Swarm Optimization* dalam menyelesaikan permasalahan dalam penelitian skripsi ini.

Rincian penelitian sebelumnya dengan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kajian Pustaka

No.	Judul Penelitian	Objek	Metode yang digunakan	Hasil dan pengujian
		Input dan Parameter		
1.	Optimasi Metode <i>Adaptive Fuzzy K-Nearest Neighbor</i> dengan <i>Particle Swarm Optimization</i> untuk Klasifikasi Status Sosial Ekonomi Keluarga	-Parameter PSO (vektor X, P, F).	Adaptive Fuzzy K-NN & Particle Swarm Optimization	Hasil klasifikasi status sosial ekonomi keluarga di wilayah tertentu
2.	Studi Komparasi Algoritma <i>Particle Swarm Optimization</i> Pada Aplikasi <i>Filter Adaptive Noise Cancellation</i>	-Parameter PSO	- <i>Filter Adaptive Noise Cancellation</i>	Perbandingan hasil antara variasi <i>Particle Swarm Optimization</i> termasuk <i>Original Particle Swarm Optimization</i>

2.2 Komposisi Makanan & Gizi

Makanan adalah sumber energi utama yang diperlukan manusia, makanan memiliki ragam variasi yang bisa dikonsumsi oleh semua orang, akan tetapi yang menjadi hal penting dalam makanan adalah kandungan dan jumlahnya. Kandungan tiap makanan berbeda-beda dan memiliki jumlah yang berbeda, variasi tersebutlah yang nantinya akan berimbas pada jumlah kalori atau energi yang bisa kita dapatkan. [U.S. National Library of Medicine, 2016]

2.2.1 Karbohidrat

Karbohidrat adalah salah satu nutrisi utama yang dibutuhkan oleh tubuh kita. Di tubuh kita karbohidrat akan diproses menjadi glukosa, hasil dari pemrosesan itulah yang nantinya akan digunakan di sel-sel, jaringan dan organ tubuh. Ketika ada jumlah glukosa yang lebih maka tubuh akan menyimpannya di otot dan hati.

Karbohidrat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu Simple dan Complex. Untuk yang pertama mudah ditemukan di makanan-makanan alami seperti buah, sayur dan susu. Complex bisa ditemukan seperti di roti, sereal dan sayuran seperti kacang polong. [U.S. National Library of Medicine, 2016]

2.2.2 Vitamin

Vitamin adalah substansi yang dibutuhkan untuk tubuh agar berkembang secara normal. Ada 13 macam vitamin yaitu:

- Vitamin A
- Vitamin-Vitamin B (*thiamine, riboflavin, niacin, pantothenic acid, biotin, vitamin B-6, vitamin B-12, dan folate*)
- Vitamin C
- Vitamin D
- Vitamin E
- Vitamin L

Tiap vitamin memiliki tugas yang berbeda-beda di dalam tubuh. Ketika kita kekurangan vitamin tertentu, tubuh bisa menjadi sakit. Contohnya, Vitamin A mencegah kita untuk mengidap penyakit Rabun Ayam. Untuk memenuhi kebutuhan akan vitamin bisa didapatkan dari makanan, seperti buah-buahan dan sayuran. [U.S. National Library of Medicine, 2016]

2.2.3 Lemak

Lemak adalah salah satu jenis nutrisi yang kita butuhkan dalam jumlah secukupnya. Lemak memiliki tugas untuk memberikan energy kepada tubuh dan juga membantu proses penyerapan vitamin, mereka juga berperan penting dalam jumlah kolestrol. Tidak semua lemak baik untuk tubuh, salah satunya adalah lemak jenuh yang sebaiknya kita hindari. Lemak jenuh bisa ditemukan dalam produk hewani. [U.S. National Library of Medicine, 2016]

2.2.4 Protein

Protein adalah nutrisi yang diperlukan tubuh untuk menjaga dan mengatur hampir seluruh organ di tubuh kita, mulai dari tulang, kulit dan otot. Makanan

yang mengandung protein ada beraneka ragam mulai dari daging, kacang-kacangan dan makanan hasil olahan susu.

Rata-rata kebutuhan orang akan protein secara umum 50 hingga 65 gram setiap harinya. Hal tersebut dikarenakan tubuh kita tidak menyimpan protein layaknya tubuh menyimpan kelebihan karbohidrat ataupun lemak. [U.S. National Library of Medicine, 2016]

2.2.5 Ilmu Gizi

Gizi merupakan zat makanan yang diperlukan bagi kesehatan dan pertumbuhan tiap individu. Gizi bisa didapatkan dari makanan yang berbahan nabati maupun hewani. Terdapat 2 jenis gizi, yaitu zat gizi makro dan zat gizi mikro. Zat gizi makro adalah zat gizi yang dibutuhkan dalam jumlah relatif besar seperti karbohidrat, protein, dan atau lemak. Sedangkan zat gizi mikro adalah zat gizi yang dibutuhkan dalam jumlah kecil seperti mineral dan vitamin. (Nurvenus Karid, 2015)

Ilmu Gizi adalah ilmu yang berhubungan dengan seluk beluk makanan dan juga kandungannya yang berhubungan dengan kesehatan manusia. Menurut Kamus Gizi Indonesia yang dikeluarkan oleh Persatuan Ahli Gizi Indonesia tahun 2009, Ilmu Gizi adalah ilmu pengetahuan yang membahas sifat-sifat gizi yang terkandung dalam makanan, pengaruh metabolismenya serta akibat timbul bila terdapat kekurangan gizi. (Diah Isnaeni, 2015)

2.3 Atlit *Endurance*

Atlit *Endurance* adalah Atlit yang sedang melakukan aktivitas olahraga *Endurance* berkisar antara 30 menit hingga 4 jam. Untuk mereka yang beraktivitas lebih dari 4 jam disebut dengan Atlit *Ultra-Endurance*. Dikarenakan durasi dan sifat kontinyu dari olahraga ini kebutuhan mereka akan kalori tidak hanya ketika kompetisi sedang berlangsung, namun ketika sedang latihan pula. Sekitar 8.000 Kalori diperlukan tiap hari untuk Atlit ini ketika mereka melakukan rutinitasnya. Kebutuhan yang besar ini lah yang membuat seorang Atlit olahraga *Endurance* tidak bisa hanya memilih makanan begitu saja, namun komposisi dan waktu makan juga sangatlah krusial bagi kondisi mereka. (Fink, et al., 2011)

Beberapa contoh cabang olahraga *Endurance* adalah sebagai berikut:

- Sepeda
- Lari Maraton
- Berenang
- Tenis
- Bulutangkis

2.4 Kebutuhan Gizi untuk Atlet *Endurance*

2.4.1 Kebutuhan Energi untuk Atlet *Endurance*

Energi adalah sumber utama tubuh sebagai asupan untuk proses metabolisme di tubuh. Satuan yang digunakan dalam menghitung energi adalah kilokalori (kcal) dan kalori (kal), satuan ini biasa digunakan dalam perhitungan REE (*Resting Energy Expenditure*). Banyaknya energi yang berasal dari asupan makanan harus disesuaikan dengan kebutuhan energi yang digunakan oleh tubuh tiap harinya (Supriasa dalam Suci, 2015).

Menyeimbangkan energi yang diasup dengan energi yang digunakan tiap harinya adalah hal yang harus diperhatikan oleh para Atlet *endurance*. Lamanya latihan dan juga jarak yang harus ditempuh dalam latihan maupun kompetisi menjadikan kebutuhan akan kalori sangatlah besar. Jika kalori tidak terpenuhi maka dapat mengakibatkan performa olahraga menurun dan memburuk. Persamaan untuk memperkirakan total energy atau REE yang diperlukan oleh Atlet *Endurance* bisa dilihat pada persamaan 2.1 hingga 2.6 dan persamaan 2.7 yang didapatkan dari WHO (Fink, et al., 2011)

$$\text{Laki - laki (10 - 18 tahun) : REE} = (17,5 \times \text{BW}) + 651 \quad (2.1)$$

$$\text{Laki - laki (18 - 30 tahun) : REE} = (15,3 \times \text{BW}) + 679 \quad (2.2)$$

$$\text{Laki - laki (30 - 60 tahun) : REE} = (11,6 \times \text{BW}) + 879 \quad (2.3)$$

$$\text{Perempuan (10 - 18 tahun) : REE} = (12,2 \times \text{BW}) + 749 \quad (2.4)$$

$$\text{Perempuan (18 - 30 tahun) : REE} = (14,7 \times \text{BW}) + 496 \quad (2.5)$$

$$\text{Perempuan (30 - 60 tahun) : REE} = (8,7 \times \text{BW}) + 829 \quad (2.6)$$

Setelah mendapatkan nilai REE, selanjutnya menghitung nilai total kebutuhan kalori yang diperlukan.

$$\text{Total energi : REE} \times \text{Faktor aktivitas} \quad (2.7)$$

Keterangan :

REE (*Resting Energy Expenditure*) = Jumlah energi yang dibutuhkan oleh Atlet

BW (*Body Weight*) = Berat badan Atlet dalam satuan kilogram

Faktor aktivitas untuk olahraga *endurance* berkisar antara 1,6 – 2,4 (Fink, et al., 2011)

Nilai faktor aktivitas dari Atlet olahraga *Endurance* bergantung pada level aktivitas yang dilakukan oleh seorang Atlet. Semakin aktif seorang atlet dalam berolahraga maka semakin besar nilai faktor aktivitas. Tabel 2.1 menunjukkan level aktivitas dari atlet olahraga *Endurance* (Fink, et al., 2011)

Tabel 2.1 Level Aktivitas Atlet Olahraga *Endurance*

Level Aktivitas	Waktu Latihan
Pelaku olahraga secara umum (Pemula)	10 - 12 jam tiap minggu
Atlet amatir	12 – 20 jam tiap minggu
Atlet profesional	> 20 jam tiap minggu

2.4.2 Kebutuhan Karbohidrat untuk Atlet *Endurance*

Karbohidrat yang merupakan salah satu kebutuhan utama dalam asupan gizi untuk Atlet *Endurance* memiliki perhitungan sendiri untuk memenuhi kebutuhan gizi Atlet *Endurance*.

Rekomendasi kebutuhan harian karbohidrat untuk Atlet *endurance* berkisar antara 5-10 gram karbohidrat dari setiap kilogram berat badan. Asupan karbohidrat juga pada umumnya direkomendasikan berkisar dari 50-60 % total kalori yang didapatkan untuk mendapatkan jumlah yang cukup sebagai kebutuhan sehari-hari. (Fink, et al., 2011)

2.4.3 Kebutuhan Protein untuk Atlet *Endurance*

Protein yang juga merupakan asupan gizi utama untuk Atlet *Endurance*, meskipun Atlet *Endurance* tidak memiliki keharusan untuk latihan membentuk kekuatan dan massa otot. Dikarenakan ketika *calory expenditure* (penggunaan kalori) sangat besar, maka tubuh akan menggunakan protein sebagai tambahan energi yang diperlukan. Sekitar 10-80% peningkatan dalam pelepasan protein 4-24 jam setelah melakukan olahraga *Endurance*.

Jumlah yang direkomendasikan untuk protein adalah sekitar 1.2-1.4 gram per kilogram berat badan. Jumlah tersebut dianggap cukup untuk Atlet *Endurance* yang merupakan Atlet tidak profesional atau yang berolahraga dengan tujuan tidak untuk turnamen besar seperti tingkat internasional, dengan waktu total latihan dalam seminggu 10-12 jam per minggunya dan 1.4-1.7 gram per kilogram berat badan untuk yang waktu latihan total per minggu 12-20 jam. (Fink, et al., 2011)

2.4.4 Kebutuhan Lemak untuk Atlet *Endurance*

Lemak menjadi salah satu asupan gizi yang sangat diperlukan tubuh ketika melakukan latihan olahraga *Endurance*. Banyak kesalahpahaman tentang lemak, seperti banyak orang meyakini bahwa kelelahan disebabkan oleh jumlah lemak yang banyak dalam tubuh, padahal yang sebenarnya terjadi adalah habisnya asupan cadangan dari karbohidrat. Meskipun begitu, penambahan jumlah kalori dari lemak tidak meningkatkan performa Atlet *Endurance* secara signifikan, karena karbohidratlah yang menjadi asupan utamanya, akan tetapi

mengonsumsi makanan dengan kandungan lemak tinggi juga disarankan oleh beberapa peneliti.

Teori yang ada sekarang adalah lemak digunakan ketika latihan dikarenakan konsentrasi asam bebas lemak di plasma, lemak akan semakin digunakan sehingga bisa menghemat penggunaan karbohidrat dan memungkinkan peningkatan performa dalam berolahraga *Endurance*.

Kebutuhan jumlah lemak pada umumnya ditetapkan ketika sudah mengetahui jumlah karbohidrat serta protein pada tubuh, karena karbohidrat dan protein lebih memiliki efek yang signifikan dibandingkan lemak dan kebutuhan akan lemak oleh Atlit sendiri tidaklah terlalu besar. Jika memang membutuhkan kalori sangat tinggi lemak yang diperlukan cukuplah berkisar 30-35% dari total kalori yang diasup.

2.5 Data Atlit *Endurance*

Data atlit yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah atlit junior kota Malang untuk olahraga tenis lapangan. Atlit tersebut merupakan atlit yang aktif dalam mengikuti perlombaan tenis lapangan yang diselenggarakan oleh komite cabang olahraga yang bersangkutan. Latihan sebanyak 5 kali seminggu, dengan waktu minimal 2 jam untuk setiap latihan, menjadi data atlit ini termasuk sebagai atlit amatir. Data atlit yang menjadi penelitian berasal dari Hari Kustono, pelatih Tenis Lapangan Kota Malang 2016.

Berikut adalah tabel 2.2 data atlet yang akan digunakan dalam penelitian ini:

Tabel 2.2 Data Atlet

No.	Nama	Jenis Kelamin	Umur	Berat Badan
1	Edwin	Laki-laki	15	58 Kg
2	Bimo	Laki-laki	16	62 Kg
3	Yoga	Laki-laki	16	63 Kg
4	Alya	Perempuan	14	48 Kg
5	Sephia	Perempuan	14	49 Kg
6	Maya	Perempuan	17	46 Kg

2.6 Metode *Particle Swarm Optimization*

2.6.1 Particle Swarm Optimization

Algoritma PSO pertama kali dikenalkan pada tahun 1995 oleh Kennedy dan Eberhart (Dhanasaputra dan Santosa, 2012). Proses dari PSO ini diawali dengan inialisasi sebuah populasi yang terdiri dari berbagai macam partikel yang akan diinisialisasikan pula secara *random*, hasil dari proses tersebut adalah memperbaiki partikel, yang sebelumnya sudah dipilih sebagai yang terbaik, untuk

beberapa iterasi tertentu. Secara teori PSO memiliki *memory* untuk menyimpan solusi terbaik yang sudah didapatkan dari hasil pemilihan partikel. Partikel yang ada di PSO juga tidak akan menghilang setelah melakukan proses dalam sebuah iterasi, tapi mereka akan terus ada dan akan terupdate nilai-nilainya. Nilai yang ada pada sebuah partikel di PSO adalah posisi dan kecepatan, yang nantinya akan selalu berubah setiap iterasi atau iteratif.

Algoritma ini bisa diumpamakan, bahkan terinspirasi oleh, sebuah tingkah laku sosial sekawan burung atau ikan yang sedang mencari makanan. Misal, ada sekawan burung yang sedang mencari makanan di sebuah daerah, tapi kawan burung tersebut tidak tahu lokasi pasti dari makanan yang ada. Sehingga, tiap partikel tersebut akan terbang dengan jarak tertentu antar partikel agar pencarian makanan di daerah tersebut ditemukan dan ketika salah satu partikel menemukan makanan maka kawan itu akan terbang dengan burung yang menemukan makanan sebagai pusat arah terbang. (Retno Putri, I., 2015)

Dari penjelasan tersebut, bisa diumpamakan burung-burung tersebut adalah partikel-partikel yang tiap partikel memiliki *memory* untuk mengingat posisi dan kecepatan terbang mereka. Untuk setiap pencarian akan menjadi sebuah iterasi, sedangkan partikel yang mengetahui lokasi makanan atau pusatnya akan menjadi nilai *fitness* terbaik dari iterasi tersebut.

Pada PSO yang akan diimplementasikan pada penelitian ini, suatu partikel atau solusi memiliki tiga vektor dan juga terdapat 2 nilai *fitness* yang berbeda. Vektor tersebut adalah X , P , dan V . Vektor X adalah vektor yang menyimpan nilai posisi sebuah partikel ketika sedang melakukan pencarian, $X_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iD})$. Vektor P adalah vektor yang nantinya akan menyimpan posisi terbaik dari keseluruhan posisi partikel yang ada, $P_i = (p_{i1}, p_{i2}, \dots, p_{iD})$. Sedangkan Vektor V adalah vektor yang berisi *gradient* atau arah yang menyatakan kemana partikel akan terbang, $V_i = (v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{iD})$. Dua *fitness* yang ada berasal dari Vektor X dan Vektor P sebagai *fitness* pertama atau *Fitness X* dan *Fitness P* yang berasal dari Vektor P . Dalam perhitungan PSO juga terdapat beberapa variabel yang nantinya akan digunakan, yaitu r_1 , r_2 , C_1 , dan C_2 . r_1 dan r_2 adalah variabel berisikan nilai acak antara 0 dan 1 yang dibangkitkan di setiap iterasi. Sedangkan variabel C_1 dan C_2 adalah dua nilai yang disebut *cognitive* dan *social acceleration coefficients*. (Tri Rahajoeningroem, 2015)

Dari penjelasan singkat tentang algoritma PSO ini ada langkah-langkah utama yang sebagian besar menjadi acuan dari algoritma tersebut (Retno Putri, I., 2015). Langkah-langkah tersebut terbagi menjadi 11 langkah, yaitu:

1. Inialisasi jumlah populasi awal
2. Inialisasi nilai dari populasi awal secara *random*
3. Pencarian *Fitness* terbaik
4. Menyimpan partikel yang memiliki nilai *fitness* terbaik
5. Menghitung kecepatan setiap partikel
6. Mengupdate nilai posisi tiap partikel

7. Mencari *fitness* paling optimal yang ada
8. Mengupdate nilai *fitness* lama dengan *fitness* baru jika lebih baik
9. Menentukan partikel terbaik dari solusi atau *fitness* terbaik yang sudah ada
10. Iterasi langkah 6-10 hingga ditemukan solusi atau batasan yang sudah ditentukan.

2.6.2 Fitness

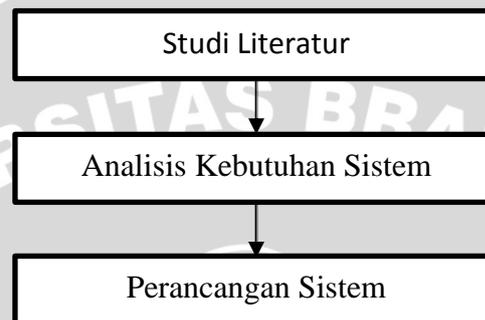
Nilai *fitness* adalah nilai yang menjadi acuan baik atau tidaknya sebuah solusi. Selain itu dijelaskan pula, semakin besar *fitness* maka semakin baik pula untuk dijadikan solusi. Untuk permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini nilai F adalah dengan cara menghubungkan semua nilai kandungan dalam makanan dan kandungan tiap makanan akan dikalikan dengan nilai prioritas disesuaikan dengan kebutuhan energi per hari atlet.

$$Fitness = \frac{10000}{(Penalti + Total\ Harga)} \quad (2.8)$$

Pada persamaan 2.8, konstanta yang digunakan pada nilai *fitness* adalah 10000 untuk memudahkan untuk mencari nilai hasil, dikarenakan ketika semua harga bahan makanan ditotal sebagian besar menjadi nilai puluhan ribu. Total penalti terdiri atas penalti kalori, karbohidrat, protein, dan lemak yang merupakan selisih dari kebutuhan gizi atlet dengan kandungan gizi bahan makanan pada satu individu. Tiap penalti pada penelitian ini akan diberikan nilai prioritas dan Total Harga akan dikalikan dengan nilai 0.5, dikarenakan untuk mengurangi efek perubahan nilai *fitness* untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Nilai prioritas adalah 10 untuk kalori dan karbohidrat, 20 untuk protein, dan 70 untuk lemak. Pertimbangan nilai prioritas tersebut adalah hasil kesimpulan penulis dari Fink, et Al. (2011), yaitu kebutuhan akan kalori dan karbohidrat begitu besar dibandingkan kebutuhan lainnya.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN DAN PERANCANGAN

Bab ini akan menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian serta langkah – langkah yang dilakukan dalam pembuatan sistem optimasi komposisi makanan untuk Atlit olahraga *Endurance* dengan menggunakan metode *Particle Swarm Optimization*. Bab ini memuat beberapa sub bab secara garis besar yaitu studi literatur, analisis kebutuhan sistem, dan perancangan sistem. Gambar 3.1 dibawah akan menjelaskan urutan dari apa yang terkandung dalam bab 3 secara singkat.



Gambar 3.1 Diagram Blok Metodologi Penelitian

3.1 Studi Literatur

Pada tahap studi literatur akan dilakukan pengumpulan referensi dan analisis terhadap referensi yang didapatkan untuk dijadikan acuan dalam melakukan penelitian. Referensi yang dikumpulkan tersebut merupakan literatur yang membahas tentang beberapa bidang ilmu yang berhubungan dengan pembuatan sistem optimasi komposisi makanan untuk Atlit olahraga *Endurance*, diantaranya :

- *Particle Swarm Optimization*
- Atlit olahraga *Endurance*
- Komposisi Makanan dan Ilmu Gizi

Literatur tersebut didapatkan dari buku, jurnal *E-book*, dan penelitian sebelumnya.

3.2 Analisis Kebutuhan Sistem

Proses analisis kebutuhan sistem merupakan tahap penggalian informasi mengenai segala jenis kebutuhan yang terkait dengan sistem optimasi komposisi makanan untuk atlet olahraga *endurance* dengan metode *Particle Swarm Optimization*. Analisis kebutuhan sistem antara lain meliputi deksripsi umum sistem, data yang digunakan, dan spesifikasi perangkat yang digunakan untuk menjalankan sistem.

3.2.1 Deskripsi Umum Sistem

Sistem yang dibangun dalam penelitian ini merupakan sebuah sistem yang dalam implementasinya menggunakan *Particle Swarm Optimization* untuk permasalahan optimasi penentuan komposisi makanan bagi atlet *endurance*. *Particle Swarm Optimization* diharapkan mampu memberikan solusi optimal berupa kombinasi menu makanan yang sesuai dengan kebutuhan gizi atlet. Data yang diinputkan oleh pengguna sistem ini antara lain adalah jenis kelamin, umur, berat badan, dan tingkatan olahraga untuk proses perhitungan kebutuhan kalori sehari-hari. Setelah dilakukan kalkulasi, sistem akan memberikan output berupa kombinasi makanan untuk memenuhi kebutuhan kalori dalam sehari.

3.2.2 Data Penelitian

Data yang digunakan untuk menunjang penelitian ini terdiri atas :

1. Data bahan makanan yang didapatkan dari data penelitian yang dilakukan oleh Rianawati pada tahun 2015. Data tersebut diperoleh oleh peneliti sebelumnya melalui Tabel Komposisi Makanan Indonesia yang dikeluarkan oleh Departemen Kesehatan RI serta program nutrien survey gizi Universitas Brawijaya.
2. Data responden atlet olahraga *endurance* yang didapatkan melalui proses wawancara terhadap pelatih salah satu atlet olahraga *endurance*. Data yang didapatkan dari kuesioner tersebut nantinya akan digunakan dalam proses pengujian sistem.

3.2.3 Spesifikasi Pengembangan Sistem

Berikut spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan untuk proses implementasi sistem :

- a. Spesifikasi perangkat keras (*Hardware*) :
 - Prosesor : Intel Core i5
 - Memori (RAM) : 8GB
 - Harddisk : 500GB
 - Kartu Grafis : NVIDIA GEFORCE GT 630M
 - SC1een Monitor : 14"
- b. Spesifikasi perangkat lunak (*Software*) :
 - Sistem Operasi : Windows 7 64 bit
 - Dokumentasi : Microsoft Word 2010
 - Program : Java Netbeans IDE 8.0.0

3.3 Perancangan Sistem

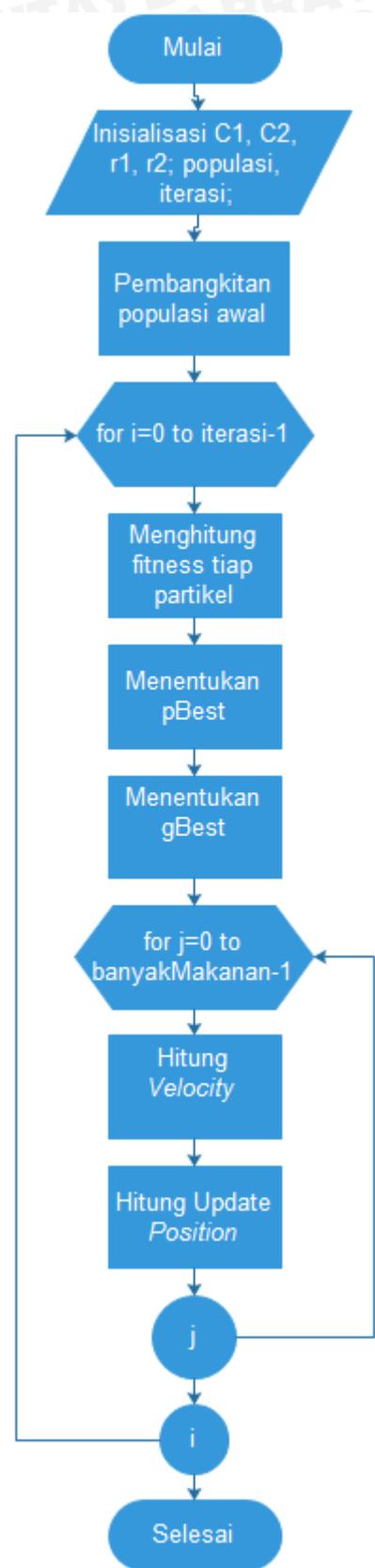
Setelah tahap analisis terhadap data yang sudah dikumpulkan dan proses analisis kebutuhan, tahap selanjutnya adalah tahap perancangan sistem. Dalam penelitian ini dilakukan empat perancangan yaitu perancangan algoritma yang memuat siklus penyelesaian masalah menggunakan *Particle Swarm Optimization*, perancangan basis data, perancangan *user interface*, serta perancangan uji coba dan evaluasi.

3.3.1 Siklus Penyelesaian Masalah Menggunakan *Particle Swarm Optimization*

Berikut adalah tahapan - tahapan pada proses optimasi dengan menggunakan *Particle Swarm Optimization* :

1. Inialisasi parameter awal yang meliputi :
 - a. Parameter $C1$ & $C2$.
 - b. Parameter $r1$ & $r2$.
 - c. Parameter *Particle Swarm Optimization*.
2. Membangkitkan populasi awal sebanyak populasi yang ditentukan pada proses inialisasi parameter.
3. Melakukan perhitungan *fitness* untuk tiap partikel.
4. Menentukan $pBest$.
5. Menentukan $gBest$.
6. Melakukan update nilai *Velocity*.
7. Melakukan update *Position*.
8. Mengulangi langkah 3-6 sejumlah partikel yang ada.
9. Melakukan iterasi hingga kondisi berhenti tercapai dengan hasil berupa partikel terbaik dari seluruh iterasi atau iterasi.

Flowchart untuk tahapan – tahapan pada *Particle Swarm Optimization* dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Flowchart Particle Swarm Optimization

Penjelasan mengenai *flowchart* pada Gambar 3.2 dan penyelesaian masalah dengan algoritma genetika akan dijabarkan pada subbab berikut :

3.3.1.2 Inisialisasi Parameter Awal

Parameter yang diinisialisasi dalam proses ini adalah parameter gizi dan parameter *Particle Swarm Optimization*. Parameter gizi yang digunakan meliputi :

- Jenis kelamin
- Usia
- Berat badan
- Level atlet

Untuk parameter *Particle Swarm Optimization* yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Parameter C1 & C2.
- b. Parameter r1 & r2.
- c. Jumlah iterasi
- d. Jumlah partikel atau populasi.

Parameter gizi digunakan untuk melakukan perhitungan gizi yang dibutuhkan oleh atlet, sedangkan parameter *Particle Swarm Optimization* digunakan sebagai kontrol dalam proses algoritma. Berikut contoh inisialisasi parameter awal dan perhitungan gizi untuk atlet olahraga *endurance* :

Parameter gizi :

Jenis kelamin : laki – laki

Usia : 20 tahun

Berat badan : 55 kg

Level atlet : amatir

Parameter *Particle Swarm Optimization*:

Populasi : 5

Jumlah iterasi : 1

C1 & C2 : 1.5 & 0.5

Perhitungan gizi yang dibutuhkan oleh atlet dihitung berdasarkan persamaan 2.2 dan 2.3. Dari hasil perhitungan tersebut akan didapatkan kebutuhan gizi atlet yang meliputi kebutuhan kalori, karbohidrat, lemak, dan protein dalam satuan Kal. Untuk level aktivitas atlet ditentukan berdasarkan jenis atlet seperti pada Tabel 3.1 berikut ini :

Tabel 3.1 Faktor Aktivitas Atlet Olahraga Endurance

Level Aktivitas	Faktor Aktivitas
Pelaku olahraga secara umum (Pemula) (durasi latihan kurang dari 12 jam tiap minggu)	1,6
Atlet amatir (durasi latihan 12 - 20 jam tiap minggu)	2
Atlet profesional (durasi latihan lebih dari 20 jam tiap minggu)	2,4

Berikut adalah perhitungan kalori yang dibutuhkan oleh atlet :

$$REE = (15,3 \times 55) + 679 = 1520,5 \text{ Kal}$$

$$\text{Total kalori} = 1520,5 \times 2 = 3041 \text{ Kal}$$

Persentase kebutuhan gizi berupa karbohidrat, protein, dan lemak dari total kebutuhan kalori dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut :

Tabel 3.2 Kebutuhan Gizi Atlet Olahraga Endurance

Karbohidrat	Protein	Lemak
65%	15%	20%

Tabel 3.3 Konversi Kandungan Gizi Bahan Makanan

Kandungan Gizi	Kalori (Kal) / 1 gram
Karbohidrat	4
Protein	4
Lemak	9

Berdasarkan tabel 3.2 dan tabel 3.3, selanjutnya dapat dihitung kebutuhan gizi yang diperlukan oleh atlet seperti di bawah ini :

$$\text{Karbohidrat (Kal)} = 65\% \times 3041 \text{ Kal} = 1976,65 \text{ Kal} = 494,1625 \text{ gram}$$

$$\text{Protein (Kal)} = 15\% \times 3041 \text{ Kal} = 456,15 \text{ Kal} = 114,0375 \text{ gram}$$

$$\text{Lemak (Kal)} = 20\% \times 3041 \text{ Kal} = 608,2 \text{ Kal} = 67,5778 \text{ gram}$$

Dari perhitungan di atas, diperoleh kebutuhan kalori atlet sebesar 1520,5 Kal, karbohidrat sebesar 494,1625 gram, protein sebesar 114,0375 gram, dan lemak sebesar 67,5778 gram.

Setelah proses inialisasi parameter awal, proses selanjutnya adalah membangkitkan populasi awal yang memuat representasi partikel yang sudah ditentukan.

3.3.1.3 Representasi Partikel

Representasi partikel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebuah array dengan n-dimensi. N yang ada pada partikel bernilai 14, 5 dimensi awal mengandung indeks dari bahan makanan untuk makan pagi, 5 selanjutnya untuk makan siang, dan 4 yang terakhir untuk makan malam. Secara berurut nilai 5 yang dimaksud dalam penjelasan sebelumnya adalah indeks dari menu makanan pokok, nabati, hewani, sayuran, dan pelengkap, kecuali untuk menu hewani tidak disertakan pada makan malam. Contoh representasi partikel dapat dilihat pada Tabel 3.4:

Tabel 3.4 Representasi Partikel

P1	Makan Pagi					Makan Siang					Makan Malam			
	PK	N	S	H	PL	PK	N	S	H	PL	PK	N	S	PL
	18	6	7	23	20	13	3	8	6	8	23	9	19	16

Keterangan :

PK : Makanan Pokok

N : Sumber Nabati

H : Sumber Hewani

S : Sayuran

PL : Pelengkap

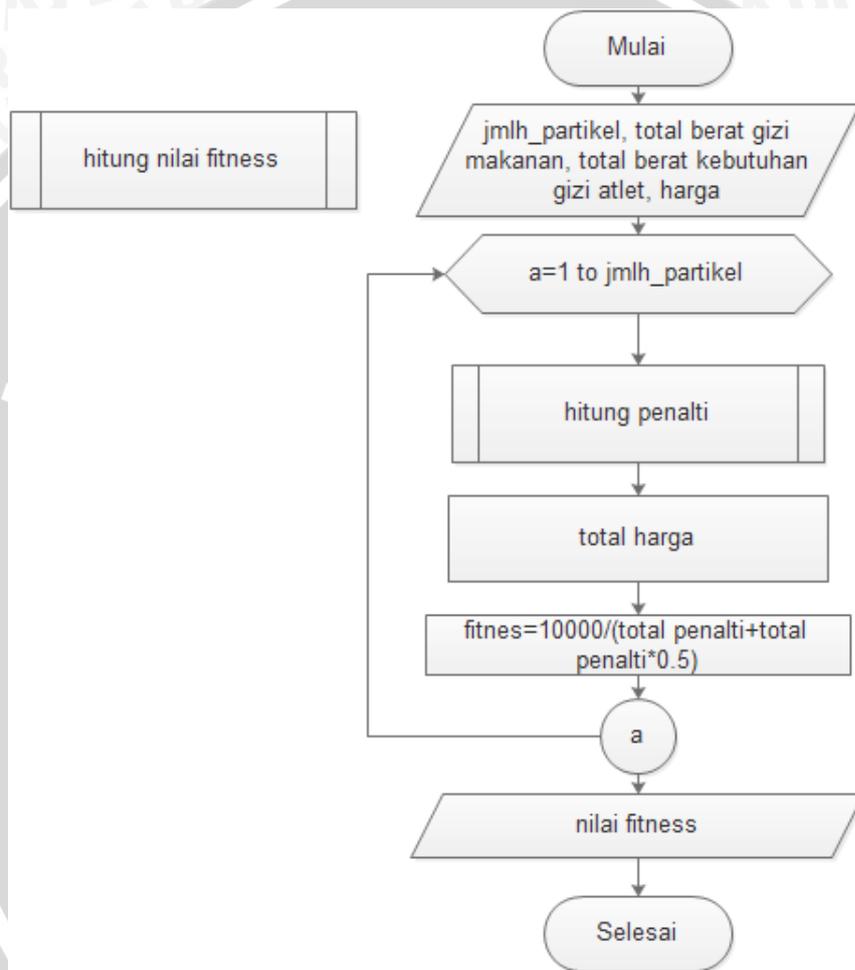
Berdasarkan representasi partikel di atas, setiap gen merepresentasikan nomor bahan makanan yang memiliki indeks antara 0-24. Nilai angka yang ada pada tiap gen mewakili dari nomor indeks dari database bahan makanan.

3.3.1.4 Menghitung nilai *Fitness*

Perhitungan nilai *fitness* dilakukan untuk mengetahui nilai setiap individu terhadap pelanggaran atau penalti. Semakin besar nilai *fitness* yang dimiliki oleh suatu individu maka semakin baik solusi yang diberikan oleh partikel tersebut (Nurvenus, 2015). Pada penelitian ini, rumus *fitness* yang digunakan adalah *fitness* untuk masalah pencarian nilai minimum. Persamaan dari nilai *fitness* tersebut dapat dilihat pada Persamaan 3.1 berikut :

$$Fitness = \frac{10000}{(Penalti + Total\ Harga)} \quad (3.1)$$

Pada persamaan di atas, konstanta yang digunakan pada nilai *fitness* adalah 10000 karena rentang harga bahan makanan berkisar antara ribuan hingga belasan ribu. Total penalti terdiri atas penalti kalori, karbohidrat, protein, dan lemak yang merupakan selisih dari kebutuhan gizi atlet dengan kandungan gizi bahan makanan pada satu individu yang akan dikalikan dengan nilai prioritas masing-masing. Total harga merupakan penjumlahan dari seluruh harga bahan makanan pada satu individu dan akan dikalikan dengan nilai 0.5 untuk mengurangi efek dari total harga tersebut. Langkah – langkah perhitungan nilai *fitness* dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut :



Gambar 3.3 Flowchart Perhitungan Nilai *Fitness*

Berdasarkan flowchart pada Gambar 3.3 terdapat tahap untuk menghitung nilai penalti dari tiap individu. Penalti merupakan pelanggaran yang tidak sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan. Pada penelitian ini, nilai kandungan gizi yang kurang maupun melebihi nilai gizi yang diperlukan atlet olahraga *endurance* dianggap sama – sama buruk. Persamaan untuk perhitungan nilai penalti dapat dilihat pada Persamaan 3.2.

$$Total\ penalti = (\alpha_1 * penalti\ 1) + (\alpha_2 * penalti\ 2) + (\alpha_3 * penalti\ 3) + (\alpha_4 * penalti\ 4) \quad (3.2)$$

Keterangan :

Penalti 1 = penalti kalori dengan nilai prioritas $\alpha_1 = 10$

Penalti 2 = penalti karbohidrat dengan nilai prioritas $\alpha_2 = 10$

Penalti 3 = penalti protein dengan nilai prioritas $\alpha_3 = 20$

Penalti 4 = penalti lemak dengan nilai prioritas $\alpha_4 = 70$

Aturan penalti yang berlaku untuk Persamaan 3.2 adalah untuk perhitungan selisih kebutuhan gizi atlet dengan kandungan gizi pada bahan makanan, digunakan nilai mutlak dalam kasus kekurangan maupun kelebihan kandungan gizi. Nilai selisih tersebut selanjutnya digunakan sebagai nilai penalti kandungan gizi berupa penalti kalori, karbohidrat, lemak, dan protein.

Pada tabel 3.5 akan dijelaskan daftar bahan makanan dan kandungannya yang telah direpresentasikan oleh nomor indeks pada partikel di tabel 3.4:

Tabel 3.5 Daftar Bahan Makans

P1	Bahan Makanan	Kalori (Kal)	Karbohidrat (gr)	Protein (gr)	Lemak (gr)	Harga (Rp)
Makan pagi	Ubi Jalar Kuning	183.7	43.7	3.8	0.2	1530
	Jahe	98.9	23	3.1	0.5	1125
	Kecipir	69.8	15.8	3.8	0.6	10500
	Telur Bebek	148	1.2	10.2	11	1360
	Minyak Kelapa	431	0	0	50	3100
Makan Siang	Ketan Hitam	649.6	143.1	12.1	1.1	2520
	Apel	88.6	23	0.3	0.6	1950
	Kemangi	42.1	10	2.4	1.4	3000
	Cumi-cumi	117.6	4	20	1.8	2720
	Kacang Panjang	17.4	4	0.9	0.2	500
Makan Malam	Singkong	235.8	57.4	2	0.5	1530
	Jeruk Nipis	37	14	1.7	0.5	2250
	Selada	25.8	4.2	2	0.4	5000
	Lamtoro	66	11.8	4.6	0.3	1050

Total	2211.3	355.2	66.9	69.1	38135
Selisih	829.70	138.96	47.14	1.52	

Berdasarkan perhitungan total kandungan gizi pada bahan makanan, diperoleh total kandungan kalori sebesar 2211.33 Kal, karbohidrat sebesar 355.2 gram, protein sebesar 66.9 gram, dan lemak sebesar 69.1 gram. Dari hasil tersebut, kandungan kalori dalam bahan makanan dinyatakan kurang dari kebutuhan kalori, kandungan karbohidrat kurang dari kebutuhan karbohidrat, kandungan protein kurang dari kebutuhan protein, dan kandungan lemak melebihi lemak yang dibutuhkan sehingga diberikan aturan penalti terhadap keempat kandungan gizi tersebut. Perhitungan nilai penalti dihitung berdasarkan persamaan 3.2 dengan mengalikan selisih kandungan gizi dengan nilai prioritas gizi. Berikut adalah proses perhitungannya :

$$\text{Penalti Kalori} = |(3041 - 2211.3) * 10| = 8297$$

$$\text{Penalti Karbohidrat} = |(494,1625 - 355.2) * 10| = 1389.6$$

$$\text{Penalti Protein} = |(114,0375 - 66.9) * 20| = 942,75$$

$$\text{Penalti Lemak} = |(67,5778 - 69.1) * 70| = 106.556$$

$$\text{Penalti Total Harga} = 38135 * 0.5 = 19067.5$$

$$\text{Total Penalti} = 10735.931$$

Setelah menghitung nilai penalti, selanjutnya adalah perhitungan nilai *fitness* yang didapatkan melalui persamaan 3.1 seperti pada perhitungan di bawah ini :

$$\text{Fitness} = \frac{10000}{10735.931 + 19067.5} = 0.3355$$

Dari perhitungan di atas, nilai *fitness* untuk P1 adalah 0.3355.

3.3.1.5 Inisialisasi Populasi Awal

Inisialisasi populasi awal merupakan proses pembentukan populasi awal sebanyak populasi yang telah ditentukan. Pada proses tersebut, indeks bahan makanan secara acak akan dimasukkan dalam partikel sebanyak 14 bahan makanan.

Contoh pembangkitan populasi awal dengan populasi sebanyak 5 dapat dilihat pada Tabel berikut ini :

Tabel 3.6 Populasi Awal

	Pagi					Siang					Malam			
	PK	N	S	H	PL	PK	N	S	H	PL	PK	N	S	PL
P1	18	6	7	23	20	13	3	8	6	8	23	9	19	16
P2	6	15	23	18	12	6	2	19	27	23	5	20	18	2
P3	20	11	10	11	14	7	6	24	7	6	2	3	8	18
P4	18	21	24	5	20	22	7	10	20	14	15	5	16	13
P5	6	22	3	13	24	17	24	16	24	10	3	2	3	23

3.3.1.6 Menentukan $pBest$

Penentuan $pBest$ dilakukan dengan membandingkan $fitness$ partikel yang sudah ada dengan partikel hasil dari $Position$. Nilai $fitness$ yang dipilih adalah nilai $fitness$ yang terbesar dari semua partikel yang ada dalam 1 iterasi. Berikut tabel 3.7 adalah nilai $fitness$ dari semua partikel yang ada dalam 1 iterasi dan $fitness$ 4 yang menjadi $pBest$:

Tabel 3.7 $pBest$

Fitness 1	0.3355
Fitness 2	0.3077
Fitness 3	0.2612
Fitness 4	0.4156
Fitness 5	0.3539

3.3.1.7 Menentukan $gBest$

Penentuan $gBest$ adalah dengan membandingkan semua nilai $fitness pBest$. Nilai $gBest$ akan diupdate jika ditemukan nilai $pBest$ yang lebih baik dari sebelumnya atau yang terbaik dari keseluruhan nilai $pBest$ yang ada. Pada tabel 3.8 adalah $fitness$ untuk setiap partikel dan kolom yang berwarna kuning merupakan $gBest$.

Tabel 3.8 $gBest$

$pBest$ 1	0.4156
-----------	--------

3.3.1.8 Menghitung $Velocity$

Perhitungan $velocity$ adalah tahap pertama dalam perhitungan $Particle Swarm Optimization$ di tiap iterasi sebelum melakukan kalkulasi $Position$, $velocity$ merupakan fungsi kecepatan sebuah partikel untuk menentukan kemana posisi selanjutnya yang akan dikalkulasi dalam sebuah partikel. Rumus dari kalkulasi $velocity$ dapat dilihat pada persamaan 3.1 berikut :

$$v_{id}(t + 1) = v_{id} + c_1 r_1 (p_{id}(t) - x_{id}(t)) + c_2 r_2 (p_{gd}(t) - x_{gd}(t)) \quad (3.1)$$

Berikut adalah contoh tabel hasil dari vektor V pada Iterasi 0 setelah dilakukan Kalkulasi *Velocity* pada tabel 3.9:

Tabel 3.9

	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅
v ₁	0	2.17979845	-0.3633	0	2.17979845
v ₂	2.724748063	1.089899225	1.816499	0	-0.181649871
v ₃	3.088047805	0.181649871	2.543098	0	3.814647288
v ₄	-3.269697675	-2.361448321	-1.0899	0	-1.453198967
v ₅	0	1.453198967	1.089899	0	-0.726599483
v ₆	1.634848838	2.906397934	2.724748	0	0.908249354
v ₇	0.726599483	0.908249354	0.18165	0	-3.088047805
v ₈	0.363299742	-1.634848838	-2.5431	0	-1.089899225
v ₉	2.543098192	-1.271549096	2.361448	0	-0.726599483
v ₁₀	1.089899225	-1.634848838	1.453199	0	0.726599483
v ₁₁	-1.453198967	1.816498709	2.361448	0	2.17979845
v ₁₂	-0.726599483	-2.724748063	0.3633	0	0.544949613
v ₁₃	-0.544949613	-0.363299742	1.453199	0	2.361448321
v ₁₄	-0.544949613	1.998148579	-0.90825	0	-1.816498709

3.3.1.9 Menghitung *Position*

Menghitung *Position* adalah kalkulasi untuk menentukan letak posisi indeks makanan yang ada di partikel, untuk melakukan kalkulasi dan update posisi baru adalah dengan menambahkan *velocity* atau kecepatan yang sudah dihitung untuk tiap partikel dijumlah dengan *current position* atau posisi sebelumnya, lalu nilai dari posisi tersebut akan dibulatkan. Posisi baru ini nantinya akan menjadi partikel yang akan dibandingkan *fitnessnya* dengan *fitness* dari partikel sebelumnya, dan yang terbaik akan menjadi *pBest*.

Rumus dari proses kalkulasi *Position* dapat dilihat pada Persamaan 3.2:

$$x_{id}(t + 1) = x_{id}(t) + v_{id}(t + 1) \quad (3.2)$$

Berikut adalah contoh dari tabel *Position* hasil dari kalkulasi *Position* pada tabel 3.10 untuk iterasi 0:

Tabel 3.10 *Position*

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
X ₁	18	8	20	18	8

X ₂	9	16	13	21	22
X ₃	10	23	13	24	7
X ₄	20	16	10	5	12
X ₅	20	13	15	20	23
X ₆	15	9	10	22	18
X ₇	4	3	6	7	21
X ₈	8	17	21	10	15
X ₉	9	26	9	20	23
X ₁₀	9	21	7	14	11
X ₁₁	22	7	4	15	5
X ₁₂	8	17	3	5	3
X ₁₃	18	18	9	16	5
X ₁₄	15	4	17	13	21

3.3.1.10 Partikel Terbaik

Partikel terbaik yang dipilih adalah *gBest* yang terakhir kali dipilih ketika syarat berhenti program sudah terpenuhi, atau dengan kata lain adalah partikel terbaik pada iterasi terakhir yang dimaksud dengan partikel terbaik disini.

3.3.2 Perancangan User Interface

Perancangan *user interface* untuk sistem optimasi komposisi makanan bagi atlet olahraga *endurance* terdiri dari 4 halaman yaitu halaman input, halaman list makanan, halaman *gBest* tiap iterasi, dan halaman hasil.

3.3.2.1 Halaman Input

Halaman input sistem terdiri atas form input data atlet dan parameter *Particle Swarm Optimization*. *User interface* untuk halaman input dapat dilihat pada Gambar 3.4.

Gambar 3.4 Halaman Input

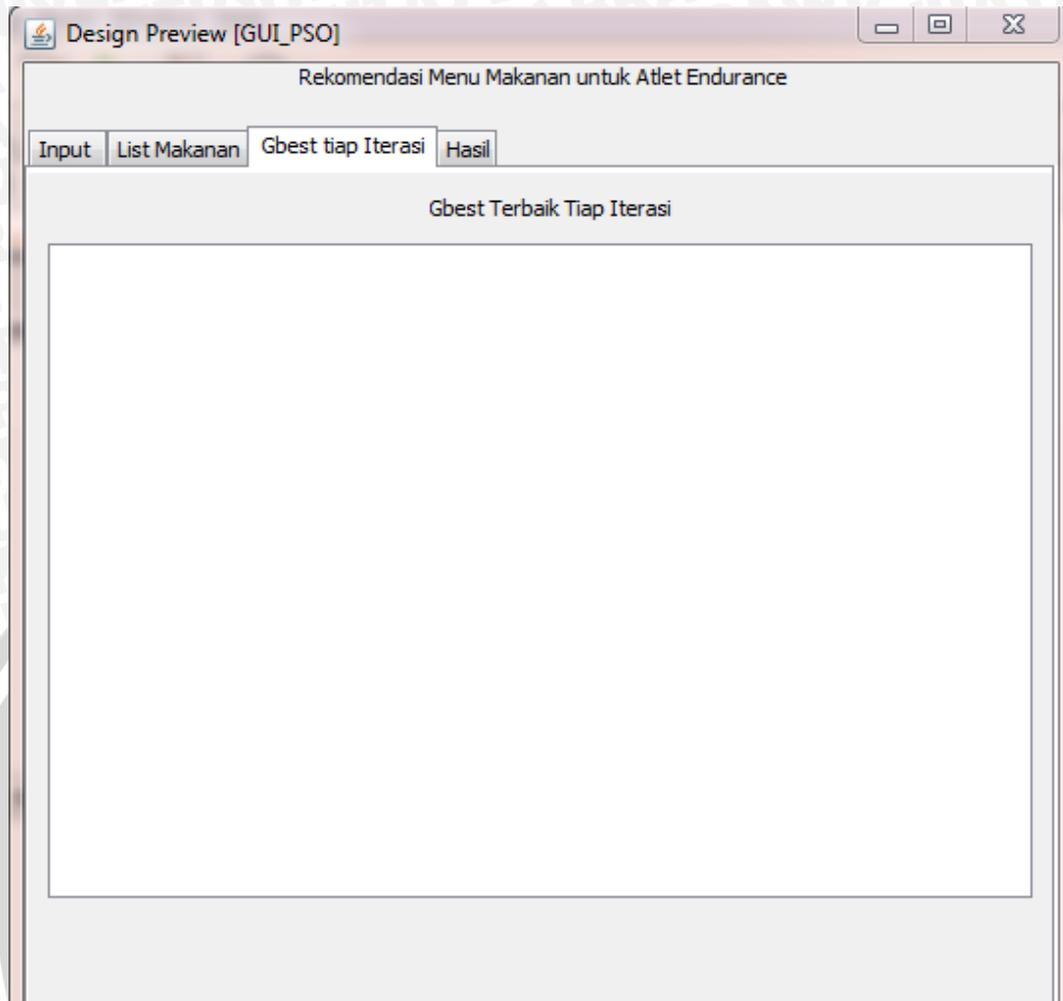
Keterangan :

1. Tombol *Gender* untuk memilih jenis kelamin atlet.
2. Kolom *Berat Badan* untuk mengisi data berat badan atlet.
3. Tombol *Umur* untuk memilih rentang umur atlet.
4. Tombol *Level Atlet* untuk memilih tingkatan atlet olahraga *endurance*.
5. Kolom *Populasi* untuk mengisi data ukuran populasi atau banyak partikel.
6. Kolom *Iterasi* untuk mengisi data jumlah iterasi atau banyaknya iterasi.
7. Kolom *C1 & C2* untuk memberikan nilai pada variabel *C1 & C2*.
8. Tombol *Kalkulasi* untuk melakukan proses perhitungan menggunakan *Particle Swarm Optimization*.

3.3.2.2 Halaman List Makanan

Halaman data bahan makanan memuat tabel yang menampilkan data bahan makanan berupa makanan pokok, sumber nabati, sumber hewani, sayuran, dan pelengkap. *User interface* dari halaman data bahan makanan dapat dilihat pada Gambar 3.5.





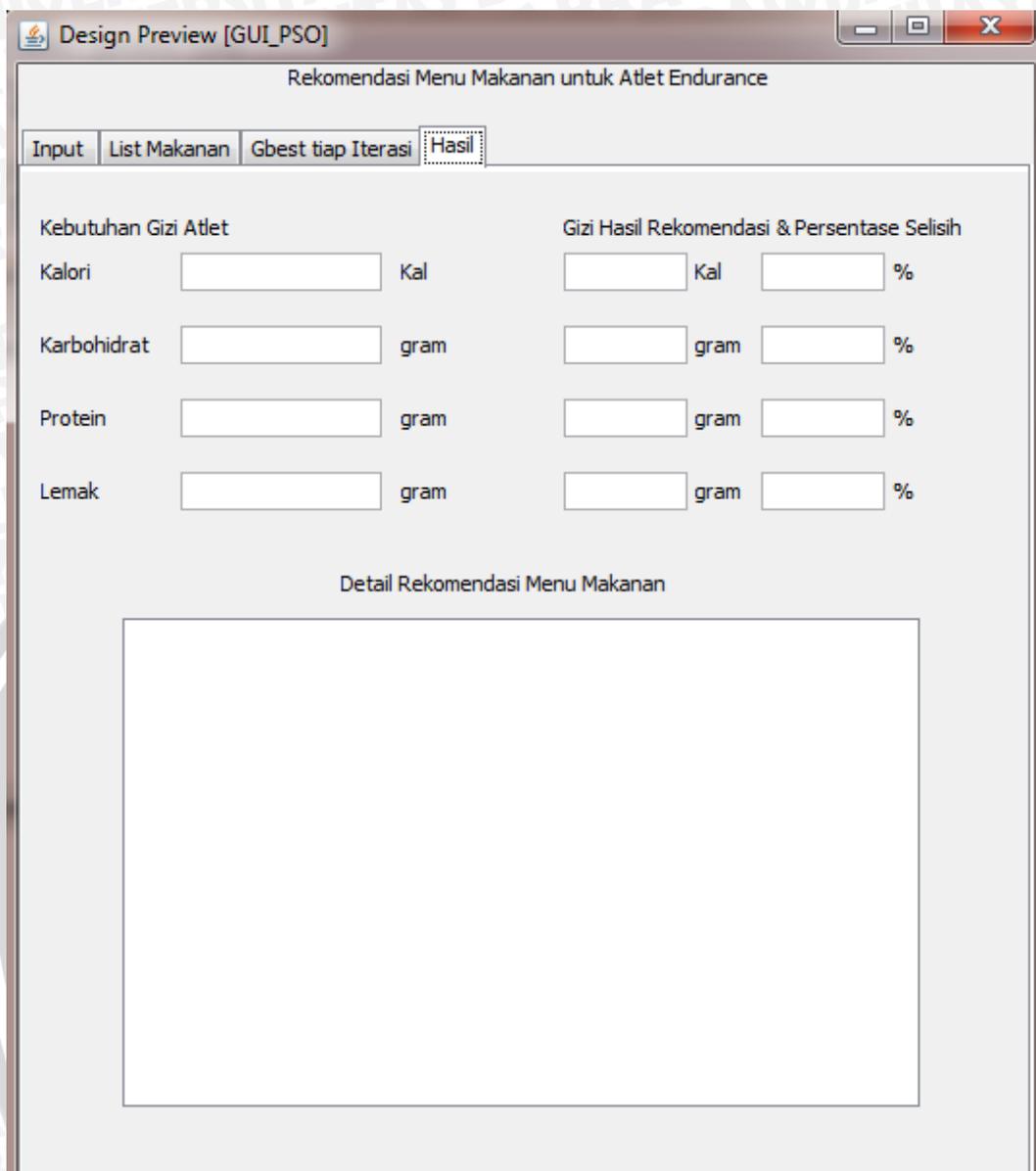
Gambar 3.6 Halaman *GBest* tiap Iterasi

Keterangan :

1. *Text Area* yang menampilkan nilai *gBest* dari setiap iterasi.

3.3.2.4 Halaman Hasil

Halaman ini menampilkan data kebutuhan gizi atlet olahraga endurance, detail ketercukupan gizi, dan rekomendasi menu makanan dari hasil optimasi dengan *Particle Swarm Optimization*. *User interface* untuk halaman hasil dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Halaman Hasil

Keterangan :

1. Kolom-kolom di sisi *Kebutuhan Gizi Atlet* untuk menampilkan gizi yang diperlukan atlet.
2. Kolom-kolom di sisi *Gizi Hasil Rekomendasi & Persentase Selisih* untuk menampilkan gizi rekomendasi sistem dan selisih gizi kebutuhan atlet.
3. Bagian *Detail* yang menampilkan detail deskripsi dari menu makanan yang direkomendasikan.

3.3.3 Perancangan Uji Coba dan Evaluasi

Uji coba yang digunakan untuk melakukan evaluasi terhadap kinerja sistem yang dikembangkan terdiri atas 3 jenis pengujian yaitu :

1. Uji coba untuk menentukan ukuran populasi yang optimal.
2. Uji coba untuk menentukan iterasi yang optimal
3. Uji coba untuk menentukan C1 & C2 yang optimal.

3.3.3.1 Uji Coba Ukuran Populasi

Uji coba ukuran populasi bertujuan untuk menentukan ukuran populasi yang paling tepat agar diperoleh solusi yang terbaik dan untuk mengetahui pengaruh ukuran populasi terhadap nilai *fitness*. Terdapat 10 jenis jumlah populasi yang berbeda dengan setiap populasi dilakukan pengujian sebanyak 10 kali. Parameter *Particle Swarm Optimization* yang digunakan dalam uji coba ukuran populasi adalah sebagai berikut :

1. Ukuran populasi : 25-200
2. Ukuran iterasi :20
3. C1 : 1
4. C2 : 1

Rancangan uji coba ukuran populasi dapat dilihat pada Tabel 3.12.

Tabel 3.12 Rancangan Uji Coba Ukuran Populasi

Ukuran Populasi	Nilai <i>Fitness</i>										Rata-rata <i>Fitness</i>
	Percobaan ke-										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
25											
50											
75											
100											
125											
150											
165											
180											
190											
200											

3.3.3.2 Uji Coba Banyaknya Iterasi

Uji coba banyaknya iterasi bertujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah iterasi terhadap nilai *fitness* dan mendapatkan banyaknya iterasi yang tepat untuk memperoleh solusi terbaik. Banyaknya iterasi yang digunakan adalah kelipatan 10 dengan 10 kali percobaan untuk tiap jumlah iterasi. Parameter *Particle Swarm Optimization* yang digunakan dalam uji coba banyaknya iterasi adalah sebagai berikut :

1. Ukuran populasi : Hasil populasi terbaik dari uji coba populasi
2. Ukuran iterasi : 10-100
3. $C1$: 1
4. $C2$: 1

Rancangan uji coba banyaknya iterasi dapat dilihat pada Tabel 3.13 berikut :

Tabel 3.13 Rancangan Uji Coba Banyaknya Iterasi

Banyak Iterasi	Nilai <i>Fitness</i>										Rata-rata <i>Fitness</i>
	Percobaan ke-										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
10											
20											
30											
40											
50											
60											
70											
80											
90											
100											

3.3.3.3 Uji Coba nilai $C1$ & $C2$

Uji coba dilakukan untuk mengetahui nilai $C1$ dan $C2$ (*cognitive* dan *social components*) yang optimal sebagai konstanta dalam perhitungan *Particle Swarm Optimization* untuk mengetahui adanya pengaruh terhadap nilai *fitness*. Terdapat 3 varian nilai berbeda untuk kombinasi nilai $C1$ & $C2$ yaitu 0.5, 1, dan 1.5. Nilai-nilai kombinasi tersebut adalah hasil dari pertimbangan penulis dari

Khajehzadeh (2011) dan Zyl (2014), sehingga menentukan 0.5, 1 dan 1.5 sebagai nilai yang akan diuji coba. Parameter *Particle Swarm Optimization* yang digunakan dalam uji coba banyaknya iterasi adalah sebagai berikut :

1. Ukuran populasi : Hasil populasi terbaik dari uji coba ukuran populasi
2. Ukuran iterasi : Hasil jumlah iterasi terbaik dari uji coba banyaknya iterasi

Rancangan uji coba nilai C1 & C2 dapat dilihat pada Tabel 3.14 berikut :

Tabel 3.14 Rancangan Uji nilai C1 & C2

Kombinasi		Nilai <i>Fitness</i>										Rata-rata <i>Fitness</i>
		Percobaan ke-										
C1	C2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0.5	0.5											
0.5	1											
1	0.5											
1	1											
1.5	1											
1	1.5											
1.5	1.5											

BAB 4 IMPLEMENTASI

4.1 Implementasi Program

Pada subbab ini akan dijelaskan tahapan – tahapan sistem untuk menghasilkan nilai kandungan gizi yang optimal bagi atlet olahraga *endurance* dengan biaya minimal berdasarkan metodologi dan perancangan pada bab sebelumnya. Penjelasan mengenai tahapan – tahapan tersebut akan memuat potongan *source code* dalam bahasa pemrograman Java.

4.1.1 Proses Pengambilan Data Bahan Makanan

Pengambilan data bahan makanan adalah proses untuk mengambil kandungan makanan dari nilai representasi indeks dari setiap partikel yang ada di database. Terdapat 5 *class* dengan *source code* yang bertanggung jawab atas 5 *value* yaitu kalori, karbohidrat, protein, lemak dan harga dari 5 tabel yang berbeda. Berikut adalah salah satu potongan *source code* program dari proses pengambilan kalori dapat dilihat pada Gambar 4.1.

```
1 double ambilKalo(int indekxm, int nomorta){
2 String namaTabel="makanan_pokok" ;
3 if (nomorta == 0 || nomorta == 5 || nomorta == 10) {
4     namaTabel= "makanan_pokok";
5 }if (nomorta == 1 || nomorta == 6 || nomorta == 11) {
6     namaTabel= "sumber_nabati";
7 }if (nomorta == 2 || nomorta == 7 || nomorta == 12) {
8     namaTabel= "sayuran";
9 }if (nomorta == 3 || nomorta == 8 ) {
10    namaTabel= "sumber_hewani";
11 }if (nomorta == 4 || nomorta == 9 || nomorta == 13) {
12    namaTabel= "pelengkap";
13 }
14
15     try {
16
17 String queKal="select energi from "+ namaTabel +" where
18 indeks_makanan = "+indekxm;
19 sl=c.CleateStatement();
20 r=sl.executeQuery(queKal);
21 while (r.next()){
22     kal=Double.valueOf(r.getDouble(1));
23 }
24     } catch (Exception e) {
25         JOptionPane.showMessageDialog(null, "error kal "+e);
26     }
27
28 return kal;
29
30
31
32
33
34
35
36
```

37
38
39
40
41

Gambar 4.1 Proses Pengambilan Data Bahan Makanan

Keterangan :

1. Baris 1 merupakan parameter *class*.
2. Baris 2-12 memberikan nilai *String* untuk menentukan tabel yang akan diambil nilainya.
3. Baris 17-18 merupakan proses *querying* untuk *select* data untuk mengambil nilai kandungan yang bersangkutan dari tabel yang sudah ditentukan.
4. Baris 22 merupakan proses akumulasi nilai kandungan yang bersangkutan.
5. Baris 28 merupakan proses pengembalian nilai total dari hasil akumulasi nilai kandungan.

4.1.2 Pembangkitan Populasi Awal

Proses pembangkitan populasi awal dilakukan dengan inialisasi nilai *random* pada tiap gen pada partikel yang dilakukan antara nilai 0 hingga 24. Jumlah partikel ditentukan dari jumlah populasi input dari *user* dan banyaknya gen merupakan dari nilai input panjangPartikel oleh *user*. Potongan kode program dari proses pembangkitan populasi awal dapat dilihat pada Gambar 4.2.

```

1 partikel= new double[populasi][15];
2     for (int ipop = 0; ipop < populasi; ipop++) {
3         for (int iisi = 0; iisi < panjangPartikel; iisi++) {
4             partikel[ipop][iisi]=(int) (Math.random() *24);
5         }
6     }
7 }

```

Gambar 4.2 Pembangkitan Populasi Awal

Keterangan :

1. Baris 1-7 merupakan proses pengambilan nilai random antara 0 – 24.

4.1.3 Menghitung Fitness Tiap Partikel

Proses menghitung nilai *fitness* dari tiap partikel diperlukan untuk mencari nilai *pBest* dan *gBest*. Perhitungan ini dilakukan sebanyak partikel yang ada dan juga di *source code* akan memanggil *class* yang berfungsi untuk mengambil nilai kandungan gizi makanan dari database. Contoh potongan *source code* untuk proses ini ada pada Gambar 4.3.

```

1  for (int ipop = 0; ipop < populasi; ipop++) {
2
3      for (int iisi = 0; iisi < panjangPartikel; iisi++) {
4
5          totalIsi[0]+=ambilKalo((int)
6  partikel[ipop][iisi], iisi);
7          totalIsi[1]+=ambilKarb((int)
8  partikel[ipop][iisi], iisi);
9          totalIsi[2]+=ambilProt((int)
10 partikel[ipop][iisi], iisi);
11         totalIsi[3]+=ambilLema((int)
12 partikel[ipop][iisi], iisi);
13         totalIsi[4]+=ambilHarg((int)
14 partikel[ipop][iisi], iisi);
15     }
16     selisihKal=10*abs(kebutuhanKalo-totalIsi[0]);
17     selisihKar=10*abs(kebutuhanKarb-totalIsi[1]);
18     selisihPro=20*abs(kebutuhanProt-totalIsi[2]);
19     selisihLem=70*abs(kebutuhanLema-totalIsi[3]);
20     penaltiP=
21     (selisihKal+selisihKar+selisihPro+selisihLem);
22     fitnessP= 10000/(penaltiP+(totalIsi[4]*0.5));
23

```

Gambar 4.3 Proses Menghitung *fitness*

Keterangan :

1. Baris 6-15 adalah proses untuk mengambil nilai kandungan gizi yang ada pada database dan mengakumulasiannya pada variabel yang sudah ditentukan.
2. Baris 17-20 ada proses untuk menghitung nilai selisih antara nilai gizi kebutuhan atlet dengan nilai gizi rekomendasi makanan dan dikalikan dengan prioritas masing-masing.
3. Baris 21-23 adalah proses perhitungan *fitness*.

4.1.4 Menentukan *pBest*

Proses penentuan *pBest* adalah proses yang terjadi setelah proses perhitungan *fitness* dan masih dalam iterasi yang sama. Potongan kode program untuk proses penentuan *pBest* dapat dilihat pada Gambar 4.4.

```

1  if (pBest<fitnessP) {
2      pBest=fitnessP;
3  for (int i = 0; i < panjangPartikel; i++)
4  {
5      arrPartPBest[i]=Math.round(partikel[ipop][i]);
6  }

```

Gambar 4.4 Proses Penentuan *pBest*

Keterangan :

1. Baris 1-6 adalah proses perbandingan dan menentukan *pBest*.
2. Baris 3-4 adalah proses untuk menyimpan indeks atau isi dari partikel yang menjadi *pBest*.

4.1.5 Menentukan *gBest*

Proses penentuan *gBest* dilakukan setelah proses penentuan *pBest* dilakukan dan masih dalam iterasi yang sama. Potongan kode program untuk proses penentuan *gBest* dapat dilihat pada Gambar 4.5.

```

1  if (gBest<pBest) {
2      gBest=pBest;
3      for (int i = 0; i < panjangPartikel; i++)
4  {
5          arrPartGBest[i]=arrPartPBest[i];
6      }

```

Gambar 4.5 Proses Penentuan *gBest*

Keterangan :

1. Baris 1-6 adalah proses perbandingan dan menentukan *gBest*.
2. Baris 3-4 adalah proses untuk menyimpan indeks atau isi dari partikel *pBest* yang menjadi *gBest*.

4.1.6 Perhitungan *Velocity*

Perhitungan *velocity* terjadi sebanyak populasi dikalikan panjang partikel. Hasil dari perhitungan *Velocity* digunakan untuk melakukan update nilai *position* partikel yang baru. Potongan kode program dari perhitungan *velocity* dapat dilihat pada Gambar 4.6.

```

1  for (int i = 0; i < populasi; i++) {
2      for (int j = 0; j < panjangPartikel; j++) {
3          try {
4              ra1= Math.random();
5              ra2=Math.random();
6
7
8          velocityT1[i][j]=velocityT[i][j]+
9              (c1*ra1*(arrPartPBest[j]-partikel[i][j]))+
10             (c2*ra2*(arrPartGBest[j]-partikel[i][j]));
11
12             } catch (Exception e) {
13                 System.out.println(e);
14             }
15         }
16     }

```

Gambar 4.6 Perhitungan *Velocity*

Keterangan :

1. Baris 4-5 merupakan proses insialisasi nilai *random*.
2. Baris 8 merupakan proses menghitung nilai *velocity*.

4.1.7 Perhitungan *Position*

Proses perhitungan *position* adalah proses mengubah posisi indeks atau isi dari sebuah partikel dengan nilai yang baru. Potongan kode program untuk proses perhitungan *Position* dapat dilihat pada Gambar 4.7.

```

1      for (int i = 0; i < populasi; i++) {
2          for (int j = 0; j < panjangPartikel; j++) {
3
4      partikel[i][j]=Math.round(partikel[i][j]+velocityT1[i][j]);
5
6      if      (partikel[i][j]<0){      partikel[i][j]=      Math.abs
7      (partikel[i][j]);}
8      if (partikel[i][j]>24){partikel[i][j]=partikel[i][j] % 24;}

```

Gambar 4.7 Proses Perhitungan *Position*

Keterangan :

1. Baris 4 merupakan proses update *position* dan nilainya akan dibulatkan karena isi dari partikel ada nilai indeks yang bulat.
2. Baris 6-7 merupakan proses untuk memutlakkan nilai jika nilai terbaru adalah negatif.
3. Baris 8 adalah proses modula nilai *position* terbaru jika nilai atau indeks melebihi indeks yang sudah ditentukan.

4.1.8 Proses Seleksi

Proses seleksi adalah menampilkan nilai *gBest* yang paling tinggi atau nilai *gBest* yang ada pada iterasi terakhir. Potongan kode program untuk proses pemilihan kromosom terbaik dapat dilihat pada Gambar 4.8.

```

1      System.out.print("Indeks gBest= ");
2          for (int i = 0; i < panjangPartikel; i++) {
3              System.out.print("||"+arrPartGBest[i]);
4          }
5          System.out.println("||Gbest=      "+gBest+"||Pbest=
6      "+pBest);
7          System.out.println("Iterasi ke="+iter);

```

Gambar 4.8 Proses Pemilihan Kromosom Terbaik

Keterangan :

1. Baris 1-7 merupakan proses menampilkan nilai *fitness gBest* beserta isi dari partikel *gBest*.

4.2 Implementasi Antarmuka

Antarmuka sistem terdiri atas sebuah form yang memiliki 4 tab. Tab pertama merupakan halaman utama yang merupakan form untuk melakukan input nilai parameter kebutuhan gizi atlet dan parameter untuk perhitung metode *Particle Swarm Optimization*. Tab kedua merupakan halaman yang berfungsi menampilkan data bahan makanan dari database. Tab ketiga adalah halaman untuk menampilkan nilai *gBest* di setiap iterasi. Tab keempat adalah halaman untuk menampilkan kebutuhan gizi atlet dan gizi hasil rekomendasi makanan beserta selisihnya. Gambar dari implementasi antarmuka sistem dapat dilihat pada Gambar 4.9 sampai Gambar 4.14.

Rekomendasi Menu Makanan untuk Atlet Endurance

Input | List Makanan | Gbest tiap Iterasi | Hasil

DATA ATLET

GENDER: (dropdown)

BERAT BADAN:

USIA: 10 - 18 Tahun, 18 - 30 Tahun, 30 - 60 Tahun

LEVEL ATLET: (dropdown)

PARAMETER

Populasi:

Iterasi:

C1:

C2:

Gambar 4.9 Antarmuka Halaman Utama

Pada gambar 4.9 adalah Antarmuka Halaman Utama, user memasukkan nilai untuk setiap parameter gizi dan parameter PSO.

Rekomendasi Menu Makanan untuk Atlet Endurance

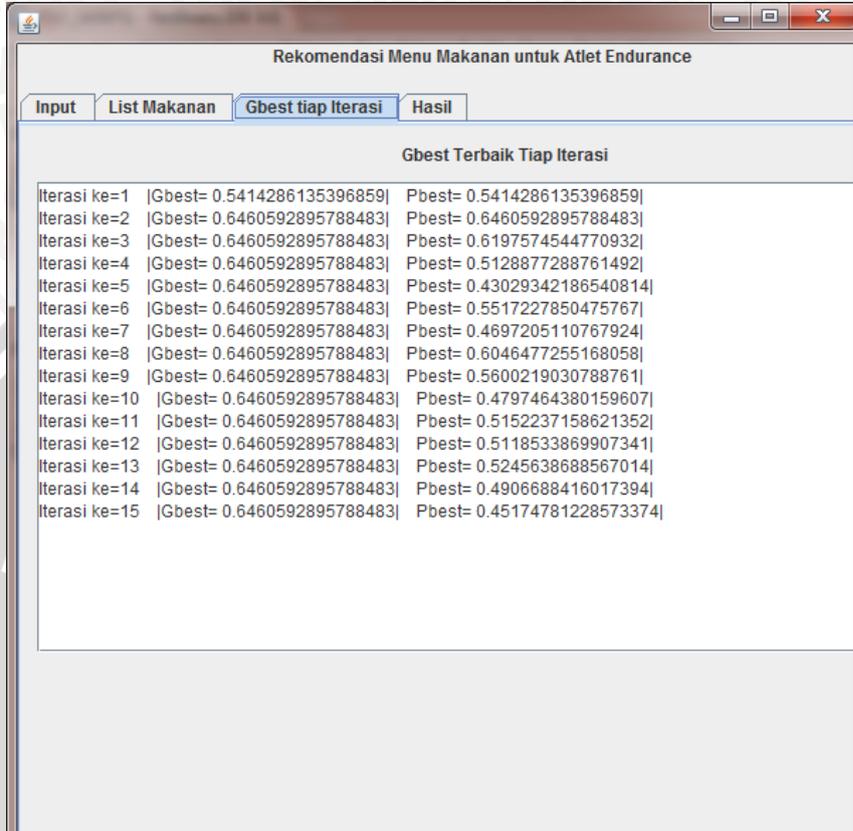
Input | List Makanan | Gbest tiap Iterasi | Hasil

Makanan Pokok | Nabati | Hewani | Sayuran | Pelengkap

indeks_mak...	nama_maka...	energi	karbohidrat	protein	lemak	harga
0	Nasi Putih	234.0	51.5	4.3	0.4	2070
1	Nasi Jagung	217.7	49.0	5.0	1.1	1080
2	Nasi Tim	210.8	46.3	4.0	0.4	2070
3	Nasi Uduk	212.5	42.3	3.8	2.7	2100
4	Bubur Ketan ...	273.6	54.2	2.0	6.1	2700
5	Bihun	685.8	164.3	0.5	0.2	2160
6	Biskuit	912.5	140.4	18.7	31.5	5130
7	Kentang	167.4	38.9	3.6	0.2	2430
8	Makaroni	635.4	127.4	21.6	3.2	2700
9	Maizena	685.8	164.3	0.5	0.2	6930
10	Bubur Tepun...	131.2	28.8	2.3	0.2	1800
11	Bubur Nasi	131.2	28.8	2.3	0.2	2000
12	Roti Sisir	329.5	64.8	9.0	3.6	4320
13	Ketan Hitam	649.6	143.1	12.1	1.1	2520
14	Nasi Beras ...	644.5	135.4	13.3	4.7	2700
15	Bubur Pabrik...	669.4	116.6	28.1	10.8	3000
16	Ketan Putih ...	649.6	143.1	12.1	1.1	2500
17	Ubi Jalar Un...	201.8	47.3	4.3	0.2	1530
18	Ubi Jalar Ku...	183.7	43.7	3.8	0.2	1530
19	Ubi Jalar Me...	185.4	43.7	4.1	0.2	1530
20	Ubi Jalar Putih	201.8	47.3	4.3	0.2	1530
21	Ubi Goreng	333.0	73.4	2.2	4.7	1500
22	Roti Tawar	493.0	93.4	15.8	5.4	4140
23	Singkong	235.8	57.4	2.0	0.5	1530
24	Talas	201.8	47.3	4.3	0.2	5760

Gambar 4.10 Antarmuka Halaman Data Bahan Makanan

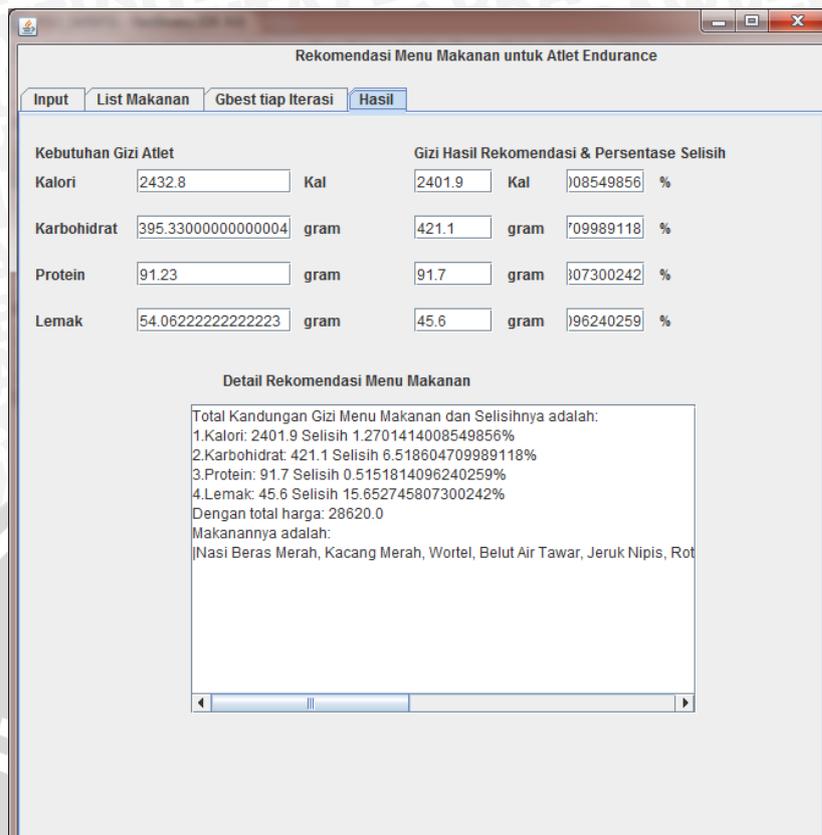
Pada gambar 4.10 adalah Antarmuka Halaman Data Bahan Makanan, halaman tersebut menampilkan daftar dari data bahan makanan yang ada dan terdapat 5 tombol untuk kategori bahan makanan.



Gbest Terbaik Tiap Iterasi		
Iterasi ke=1	Gbest= 0.5414286135396859	Pbest= 0.5414286135396859
Iterasi ke=2	Gbest= 0.6460592895788483	Pbest= 0.6460592895788483
Iterasi ke=3	Gbest= 0.6460592895788483	Pbest= 0.6197574544770932
Iterasi ke=4	Gbest= 0.6460592895788483	Pbest= 0.5128877288761492
Iterasi ke=5	Gbest= 0.6460592895788483	Pbest= 0.43029342186540814
Iterasi ke=6	Gbest= 0.6460592895788483	Pbest= 0.5517227850475767
Iterasi ke=7	Gbest= 0.6460592895788483	Pbest= 0.4697205110767924
Iterasi ke=8	Gbest= 0.6460592895788483	Pbest= 0.6046477255168058
Iterasi ke=9	Gbest= 0.6460592895788483	Pbest= 0.5600219030788761
Iterasi ke=10	Gbest= 0.6460592895788483	Pbest= 0.4797464380159607
Iterasi ke=11	Gbest= 0.6460592895788483	Pbest= 0.5152237158621352
Iterasi ke=12	Gbest= 0.6460592895788483	Pbest= 0.5118533869907341
Iterasi ke=13	Gbest= 0.6460592895788483	Pbest= 0.5245638688567014
Iterasi ke=14	Gbest= 0.6460592895788483	Pbest= 0.4906688416017394
Iterasi ke=15	Gbest= 0.6460592895788483	Pbest= 0.45174781228573374

Gambar 4.11 Antarmuka Halaman Gbest Tiap Iterasi

Gambar 4.11 adalah Antarmuka Halaman Gbest Tiap Iterasi, halaman tersebut menampilkan nilai *Gbest* untuk setiap iterasi yang dilakukan oleh program dan menampilkan nilai *Pbest* untuk setiap iterasi.



Gambar 4.12 Antarmuka Halaman Hasil

Gambar 4.12 adalah Antarmuka Halaman Hasil, halaman tersebut menunjukkan kebutuhan gizi atlit dan juga gizi hasil rekomendasi dari sistem beserta selisihnya dalam nilai persen. Halaman ini juga menampilkan daftar dari bahan makanan yang direkomendasikan oleh sistem.

BAB 5 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini akan menjelaskan pembahasan mengenai pengujian dan analisis terhadap implementasi sistem optimasi komposisi makanan untuk atlet olahraga *endurance* dengan menggunakan metode *Particle Swarm Optimization*. Pengujian dibagi menjadi 2 yaitu pengujian parameter metode *Particle Swarm Optimization* dan pengujian sistem. Setelah proses pengujian selanjutnya dilakukan proses analisis terhadap hasil pengujian untuk melakukan penarikan kesimpulan penelitian.

5.1 Hasil dan Analisa Pengujian Parameter *Particle Swarm Optimization*

Pengujian parameter *Particle Swarm Optimization* terdiri atas uji coba banyak populasi atau partikel, uji coba banyaknya iterasi, uji coba kombinasi $C1$ dan $C2$. Data atlet yang digunakan adalah seorang atlet dan laki – laki berusia 20 tahun dengan jenis atlet amatir dan berat badan 55 kg. Bahan makanan yang digunakan untuk pengujian adalah 120 data bahan makanan.

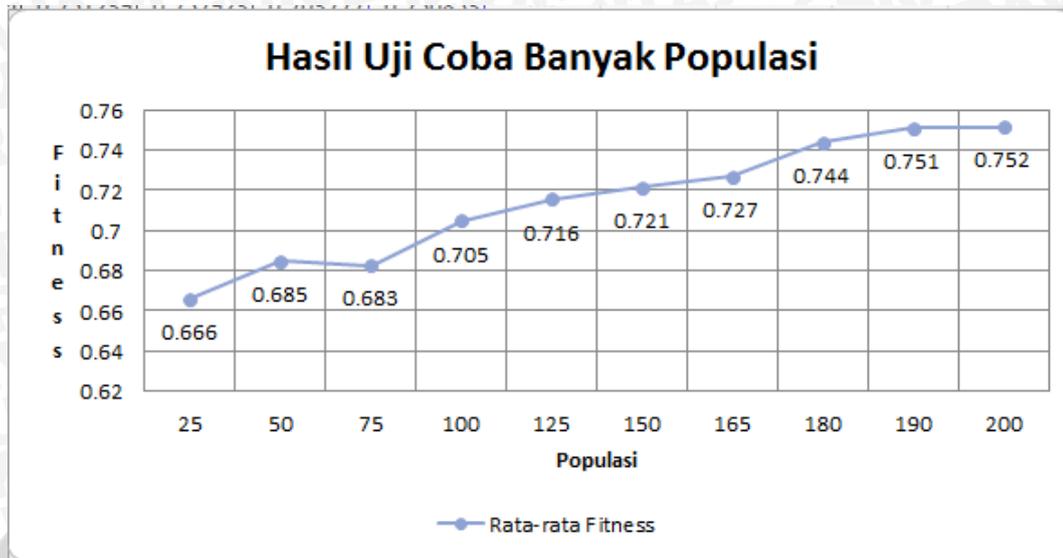
5.1.1 Uji Coba Banyak Populasi

Uji coba ukuran populasi dilakukan untuk melihat pengaruh ukuran populasi terhadap nilai *fitness*. Jumlah populasi adalah dari 25 hingga 200 partikel. Banyaknya iterasi yang digunakan dalam uji coba adalah 20 dengan nilai $C1 = 1$ dan nilai $C2 = 1$. Untuk setiap ukuran populasi dilakukan percobaan sebanyak 10 kali. Hasil dari uji coba ukuran populasi dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil Uji Coba Banyak Populasi

Ukuran Populasi	Percobaan Ke-										Rata-rata Fitness
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
25	0.62 1733	0.71 9684	0.63 6498	0.76 5493	0.70 649	0.64 4244	0.64 7585	0.61 2598	0.60 7573	0.70 0186	0.666208
50	0.68 8043	0.68 2823	0.64 2014	0.65 792	0.64 4478	0.70 9246	0.72 1398	0.67 4881	0.69 7719	0.73 0728	0.684925
75	0.70 4127	0.66 9632	0.67 7166	0.70 0726	0.64 1399	0.70 8061	0.71 0804	0.63 6879	0.66 2314	0.71 6383	0.682749
100	0.68 7494	0.66 7761	0.67 279	0.71 0989	0.66 2643	0.67 9898	0.86 0184	0.62 5427	0.77 9789	0.70 1291	0.704827
125	0.68 2381	0.69 623	0.63 6757	0.81 9308	0.72 6957	0.70 7067	0.73 8739	0.67 0462	0.76 1387	0.71 5952	0.715524
150	0.73 102	0.65 0615	0.78 1832	0.75 997	0.75 997	0.72 783	0.82 4778	0.68 6814	0.64 3605	0.64 7395	0.721383
165	0.68 2896	0.75 1941	0.71 3853	0.72 0413	0.69 8198	0.74 3167	0.69 2618	0.80 3085	0.71 4925	0.74 7274	0.726837
180	0.74 5797	0.68 6812	0.67 5086	0.68 4951	0.76 8024	0.83 4745	0.73 5046	0.77 1945	0.72 22	0.81 4287	0.743889
190	0.74 9201	0.73 4903	0.70 3777	0.77 9402	0.75 0393	0.76 6504	0.81 1409	0.75 1239	0.75 7923	0.70 3777	0.750853
200	0.80 0612	0.75 2731	0.78 2279	0.73 0697	0.77 5377	0.78 2684	0.72 8812	0.69 2787	0.66 4962	0.80 456	0.75155

Dari data hasil percobaan dapat dibuat sebuah grafik untuk melihat pengaruh perubahan ukuran populasi terhadap nilai *fitness* seperti pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Hasil Uji Coba Ukuran Populasi

Dari hasil uji coba banyak populasi nilai *fitness* terendah ada pada populasi terkecil yaitu 25 dengan nilai rata-rata *fitness* 0.666208 dan tertinggi ada pada populasi 200 dengan nilai rata-rata *fitness* 0.75155. Dari gambar 5.1 bisa disimpulkan bahwa semakin banyak populasi yang ada semakin tinggi nilai *fitness* didapatkan, meskipun pada populasi ukuran populasi ke-3 terdapat penurunan tapi nilainya tidak signifikan. Peningkatan yang terjadi dikarenakan semakin banyak populasi, maka semakin besar ruang lingkup pencarian dan variasi nilai *fitness*.

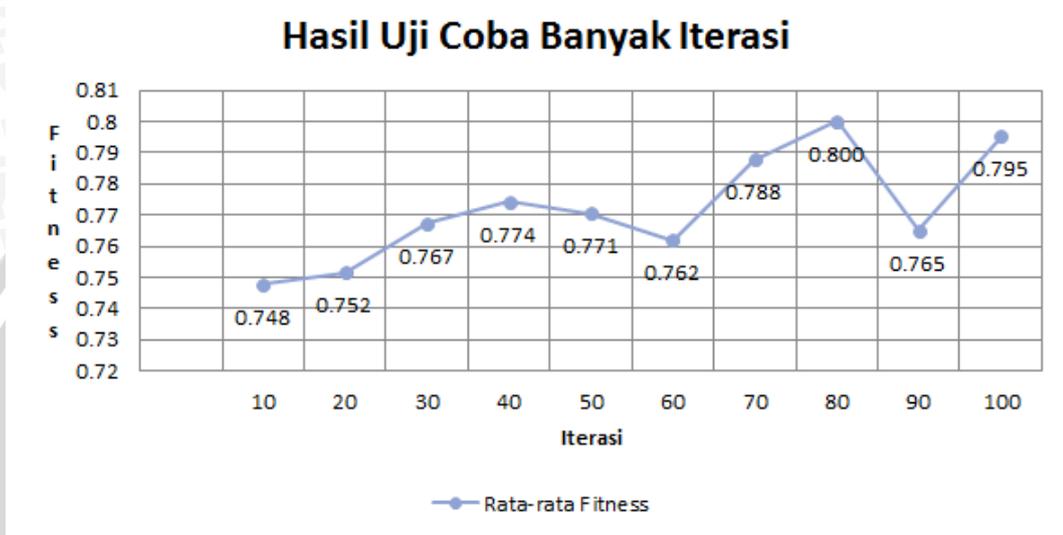
5.1.2 Uji Coba Iterasi

Uji coba banyaknya iterasi dilakukan untuk melihat pengaruh banyaknya iterasi terhadap nilai *fitness* yang dihasilkan. Jumlah iterasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah kelipatan 10 mulai dari 10 hingga 100 iterasi. Untuk setiap jumlah iterasi dilakukan percobaan sebanyak 10 kali. Dalam uji coba, ukuran populasi yang digunakan adalah hasil terbaik dari pengujian banyak populasi yaitu ukuran populasi 200 dengan $C1 = 1$ dan $C2 = 1$. Hasil dari percobaan uji coba banyak iterasi dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil Uji Coba Banyaknya Iterasi

Iterasi	Pengujian ke-										Rata-Rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
10	0.719 329	0.728 6	0.726 594	0.696 988	0.733 959	0.801 767	0.822 988	0.738 916	0.766 451	0.742 768	0.7478 36
20	0.800 612	0.752 731	0.782 279	0.730 697	0.775 377	0.782 684	0.728 812	0.692 787	0.664 962	0.804 56	0.7515 5
30	0.781 711	0.809 045	0.834 623	0.720 485	0.758 354	0.760 344	0.729 621	0.744 344	0.716 787	0.819 005	0.7674 32
40	0.808 745	0.773 082	0.761 305	0.761 461	0.756 833	0.789 083	0.808 738	0.742 14	0.783 083	0.757 154	0.7741 62

50	0.798 981	0.763 024	0.746 378	0.817 846	0.751 245	0.792 897	0.778 996	0.798 904	0.738 861	0.718 941	0.7706 07
60	0.763 729	0.722 64	0.762 193	0.700 734	0.723 827	0.781 644	0.747 292	0.763 84	0.813 839	0.839 951	0.7619 69
70	0.765 624	0.803 475	0.743 194	0.772 622	0.766 105	0.818 87	0.803 3	0.817 739	0.817 19	0.770 674	0.7878 79
80	0.979 609	0.804 476	0.751 148	0.812 252	0.830 554	0.767 964	0.763 624	0.774 614	0.789 326	0.728 065	0.8001 63
90	0.743 774	0.810 902	0.794 442	0.760 765	0.765 636	0.716 72	0.788 74	0.735 703	0.730 794	0.802 804	0.7650 28
100	0.820 732	0.844 798	0.797 325	0.811 034	0.753 214	0.778 637	0.800 086	0.844 99	0.782 201	0.720 204	0.7953 22



Gambar 5.2 Hasil Uji Coba Banyaknya Iterasi

Dari data hasil percobaan dapat dibuat sebuah grafik untuk melihat pengaruh perubahan banyaknya iterasi terhadap nilai *fitness* seperti pada Gambar 5.2. Rata – rata *fitness* terendah berada pada iterasi pertama yaitu 10 iterasi dengan nilai rata – rata *fitness* 0,747836 dan rata – rata *fitness* tertinggi berada pada iterasi ke-8 yaitu 80 iterasi dengan rata – rata nilai *fitness* 0,800163. Berdasarkan grafik pada Gambar 5.2, nilai rata-rata *fitness* tidak stabil mulai dari iterasi pertama hingga terakhir, meskipun begitu nilai rata-rata *fitness* antar pengujian tidak memiliki selisih nilai yang signifikan terkecuali *fitness* rata-rata percobaan ke-8. Bisa disimpulkan bahwa banyaknya iterasi yang dilakukan tidak berpengaruh besar terhadap nilai *fitness*, hal ini bisa dikarenakan nilai random dari setiap iterasi yang selalu berubah-ubah.

5.1.3 Uji Coba Kombinasi C1 dan C2

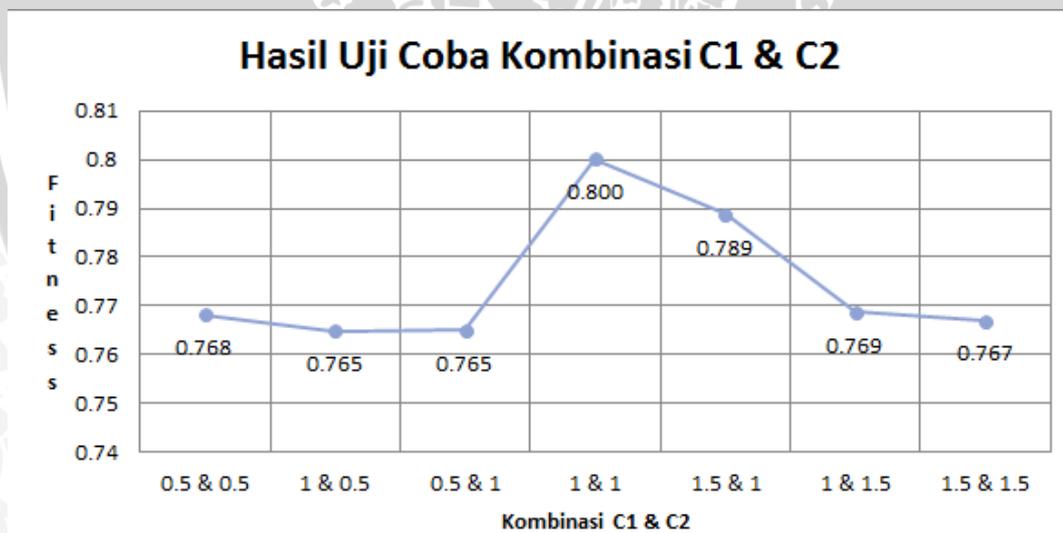
Uji coba kombinasi C1 dan C2 dilakukan untuk mengetahui kombinasi C1 dan C2 yang tepat untuk menghasilkan solusi terbaik. Ukuran populasi yang digunakan berjumlah 200 dengan iterasi sebanyak 80 sesuai dengan hasil terbaik pada uji coba banyak populasi dan uji coba banyaknya iterasi. Pengujian

kombinasi C_1 dan C_2 dilakukan sebanyak 10 kali tiap kombinasi dengan nilai C_1 dan C_2 antara 0.5,1, dan 1.5. Hasil uji coba kombinasi C_1 dan C_2 dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil Uji Coba Kombinasi C_1 dan C_2

C 1	C 2	Pengujian Ke-										Rata-rata Fitness
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0.	0.	0.786	0.798	0.768	0.727	0.764	0.730	0.792	0.766	0.836	0.710	0.768299
5	5	89	311	265	588	266	745	597	756	998	573	
1	0.	0.723	0.746	0.774	0.805	0.791	0.791	0.740	0.708	0.750	0.817	0.764881
5	5	267	422	806	74	061	061	442	032	748	231	
0.	1	0.726	0.743	0.730	0.726	0.756	0.839	0.802	0.771	0.741	0.811	0.765017
5	5	821	492	826	52	243	677	327	399	084	784	
1	1	0.979	0.804	0.751	0.812	0.830	0.767	0.763	0.774	0.789	0.728	0.800163
1.	1	0.742	0.780	0.749	0.728	0.738	0.832	0.791	0.801	0.913	0.809	0.788787
5	5	823	473	841	244	305	435	926	351	159	315	
1	1.	0.739	0.757	0.833	0.826	0.727	0.756	0.762	0.752	0.754	0.778	0.768799
5	5	347	906	163	962	064	106	78	347	014	298	
1.	1.	0.807	0.710	0.793	0.743	0.787	0.729	0.828	0.761	0.723	0.784	0.767007
5	5	268	018	692	829	461	61	639	392	859	298	

Dari data hasil percobaan dapat dibuat sebuah grafik untuk melihat pengaruh kombinasi C_1 dan C_2 terhadap nilai fitness seperti pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Hasil Uji Coba Kombinasi C_1 dan C_2

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.3, kombinasi C_1 dan C_2 yang digunakan dalam uji coba menghasilkan rata – rata *fitness* yang terpola. Rata – rata *fitness* terendah didapatkan pada kombinasi $C_1 = 1$ dan $C_2 = 0.5$ dengan rata – rata *fitness* 0,764881. Untuk rata – rata *fitness* terbaik didapatkan pada kombinasi $C_1 = 1$ dan $C_2 = 1$ dengan rata – rata *fitness* 0,800163. Pola yang ada pada gambar 5.3 menunjukkan ketika nilai kombinasi -masing 1 maka nilai *fitness*

menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan kombinasi lainnya. Sedangkan nilai rata-rata *fitness* sebagian besar tidak memiliki selisih nilai yang signifikan dibandingkan satu dengan yang lainnya, terkecuali nilai *fitness* yang tertinggi.

5.2 Hasil dan Analisa Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk membandingkan nilai kebutuhan gizi atlet dengan nilai gizi dari rekomendasi menu makanan yang dihasilkan oleh sistem. Batas toleransi nilai gizi yang ditetapkan oleh pakar gizi untuk menu makanan yang direkomendasikan adalah $\pm 10\%$ dari kebutuhan gizi atlet olahraga *Endurance*. Data yang digunakan adalah 4 data atlet yang berbeda. Parameter *Particle Swarm Optimization* yang digunakan adalah hasil terbaik dari pengujian *Particle Swarm Optimization* pada subbab 5.1.

5.2.1 Kasus 1

Data atlet yang digunakan pada uji coba adalah sebagai berikut :

Jenis kelamin : laki – laki
Usia : 15 tahun
Berat badan : 58 kg
Jenis atlet : amatir

Untuk parameter algoritma genetika yang digunakan adalah :

Ukuran populasi : 200
Banyaknya iterasi : 80
C1 : 1
C2 : 1
Prioritas gizi : 10 (kalori), 10 (karbohidrat), 20 (protein), 70 (lemak)

Berdasarkan data yang digunakan dalam uji coba kasus 1, didapatkan hasil pengujian sistem seperti pada Gambar 5.4.

Kebutuhan Gizi Atlet		Gizi Hasil Rekomendasi & Persentase Selisih				
Kalori	2581.6000000000004	Kal	2648.0	Kal	2.5720483	%
Karbohidrat	419.51000000000005	gram	447.59999	gram	6.6959071	%
Protein	96.81000000000002	gram	105.1	gram	1.4487139	%
Lemak	57.36888888888889	gram	58.199999	gram	8.5631649	%

Detail Rekomendasi Menu Makanan

Total Kandungan Gizi Menu Makanan dan Selisihnya adalah:
1.Kalori: 2648.0 Selisih 2.572048321134035%
2.Karbohidrat: 447.5999999999997 Selisih 6.6959071297465895%
3.Protein: 105.1 Selisih 8.56316496229726%
4.Lemak: 58.19999999999996 Selisih 1.4487139758289218%
Dengan total harga: 24815.0
Makanannya adalah:
Ubi Jalar Merah, Kacang Ijo, Kool Merah,Kool Putih, Babat, Jahe, Nasi Beras

Gambar 5.4 Hasil Uji Coba Kasus 1

Berdasarkan Gambar 5.4, hasil uji coba sistem memberikan rekomendasi menu makanan dengan komposisi bahan makanan untuk makan pagi berupa Ubi Jalar Merah, Kacang Ijo, Kol Merah dan lainnya sebagaimana yang diberikan oleh

sistem. Masing – masing makanan pokok memiliki berat sebesar 180 gram, sumber nabati sebesar 50 gram, sumber hewani sebesar 80 gram, sayuran sebesar 200 gram, dan pelengkap sebesar 150 gram.

Untuk data nilai kebutuhan gizi atlet dan nilai gizi menu makanan yang direkomendasikan oleh sistem dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Kasus 1

	Kalori (Kal)	Karbohidrat (gram)	Protein (gram)	Lemak (gram)
Kebutuhan gizi atlet	2581.60	419.510	96.81	57.368
Hasil rekomendasi sistem	2648	447.599	105.1	58.199
% Selisih nilai gizi	2.57 %	6.697 %	1.448 %	8.56 %

Berdasarkan Tabel 5.6, Nilai selisih dari kebutuhan kalori dan rekomendasi sistem adalah 2.57%, karbohidrat 6.697%, Protein 1.448%, dan Lemak 8.56 %. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai gizi dari menu makanan yang direkomendasikan oleh sistem masih dalam batas toleransi yang ditetapkan oleh ahli gizi yaitu $\pm 10\%$ dari kebutuhan gizi atlet olahraga *endurance*.

5.2.2 Kasus 2

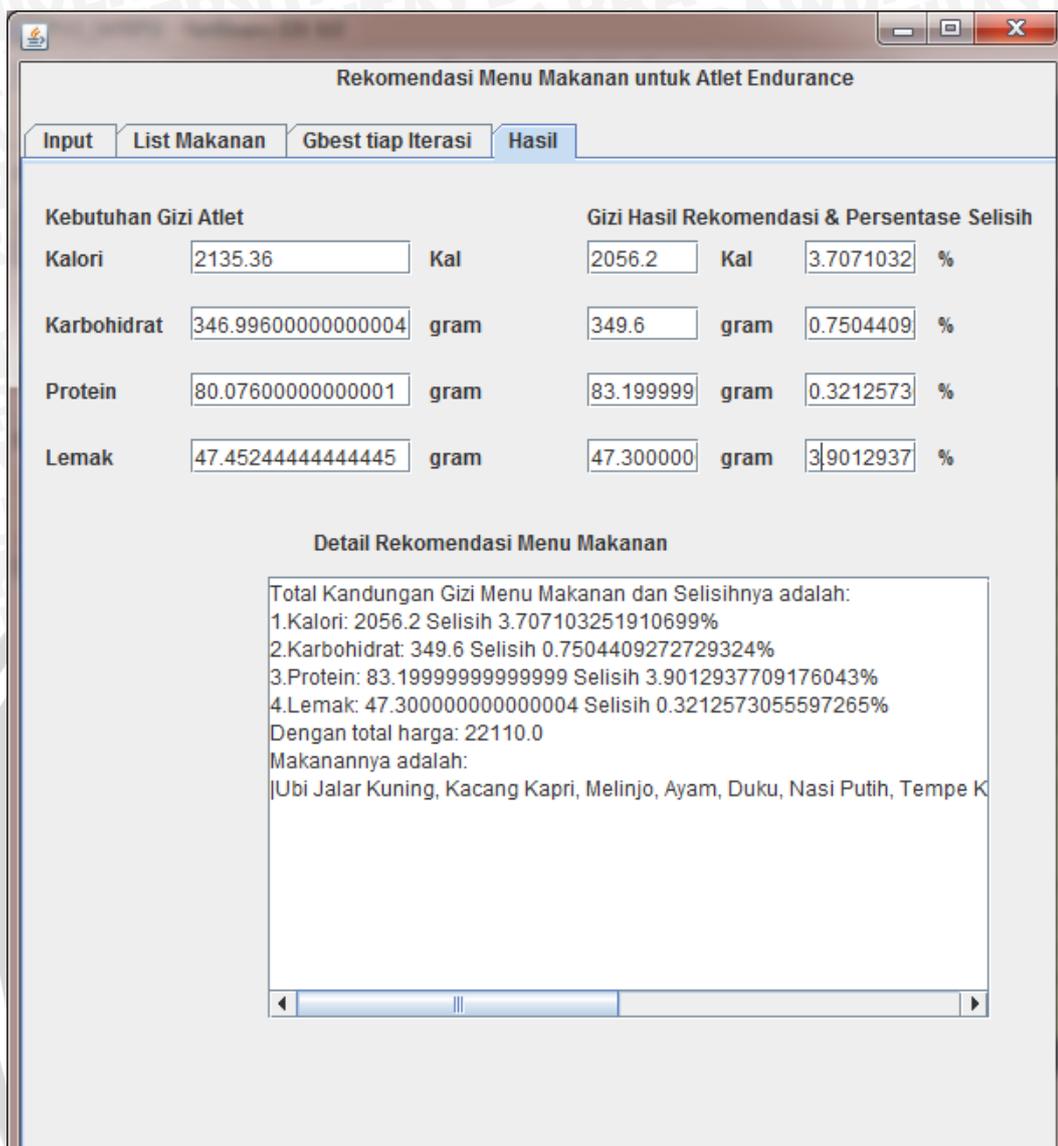
Data atlet yang digunakan pada uji coba adalah sebagai berikut :

Jenis kelamin : perempuan
 Usia : 14 tahun
 Berat badan : 48 kg
 Jenis atlet : amatir

Untuk parameter algoritma genetika yang digunakan adalah :

Ukuran populasi : 200
 Banyaknya iterasi : 80
 C1 : 1
 C2 : 1
 Prioritas gizi : 10 (kalori), 10 (karbohidrat), 20 (protein), 70 (lemak)

Dari data yang digunakan dalam uji coba kasus 2, didapatkan hasil pengujian sistem seperti pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Hasil Uji Coba Kasus 2

Berdasarkan Gambar 5.5, hasil uji coba sistem memberikan rekomendasi menu makanan dengan 5 komposisi makanan pertama adalah untuk makan pagi, 5 berikutnya untuk makan siang dan 4 terakhir untuk makan malam. Masing – masing makanan pokok memiliki berat sebanyak 180 gram, sumber nabati sebesar 50 gram, sumber hewani sebesar 80 gram, sayuran sebesar 200 gram, dan pelengkap sebesar 150 gram.

Untuk data nilai kebutuhan gizi atlet dan nilai gizi dari menu makanan yang direkomendasikan oleh sistem dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Kasus 2

	Kalori (Kal)	Karbohidrat (gram)	Protein (gram)	Lemak (gram)
Kebutuhan gizi atlet	2135.36	346.996	80.076	47.452
Hasil rekomendasi sistem	2056.2	349.6	83.199	47.300
% Selisih nilai gizi	3.70 %	0.75 %	0.321 %	3.901 %

Berdasarkan Tabel 5.5, Nilai selisih dari kebutuhan kalori dan rekomendasi sistem adalah 3.70 %, karbohidrat 0.75 %, protein 0.321 %, dan lemak 3.901 %. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai gizi dari menu makanan yang direkomendasikan oleh sistem masih dalam batas toleransi yang ditetapkan oleh ahli gizi yaitu $\pm 10\%$ dari kebutuhan gizi atlet olahraga *endurance*.

5.2.3 Kasus 3

Data atlet yang digunakan pada uji coba adalah sebagai berikut :

Jenis kelamin : laki - laki

Usia : 16 tahun

Berat badan : 63 kg

Jenis atlet : amatir

Untuk parameter algoritma genetika yang digunakan adalah :

Ukuran populasi : 200

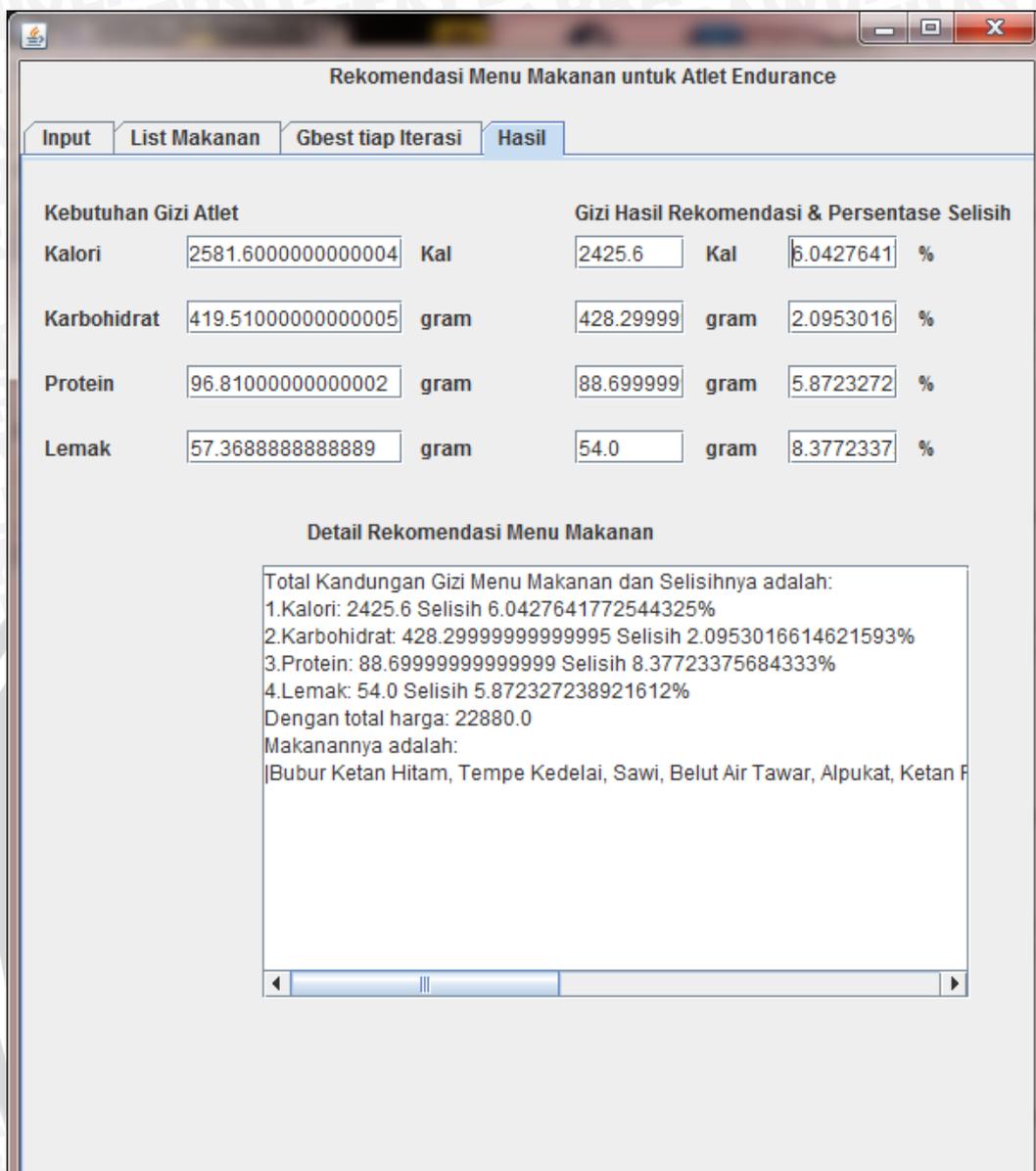
Banyaknya iterasi : 80

C1 : 1

C2 : 1

Prioritas gizi : 10 (kalori), 10 (karbohidrat), 20 (protein), 70 (lemak)

Dari data yang digunakan dalam uji coba kasus 3, didapatkan hasil pengujian sistem seperti pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Hasil Uji Coba Kasus 3

Dari data yang digunakan dalam uji coba kasus 3, hasil uji coba sistem memberikan rekomendasi menu makanan dengan 5 komposisi makanan pertama adalah untuk makan pagi, 5 berikutnya untuk makan siang dan 4 terakhir untuk makan malam. Masing – masing makanan pokok memiliki berat sebanyak 180 gram, sumber nabati sebesar 50 gram, sumber hewani sebesar 80 gram, sayuran sebesar 200 gram, dan pelengkap sebesar 150 gram.

Data nilai kebutuhan gizi atlet dan nilai gizi dari menu makanan yang direkomendasikan oleh sistem dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Kasus 3

	Kalori (Kal)	Karbohidrat (gram)	Protein (gram)	Lemak (gram)
Kebutuhan gizi atlet	2581.60	419.51	96.81	57.36
Hasil rekomendasi sistem	2425.6	428.29	88.69	54
% Selisih nilai gizi	6.04 %	2.09 %	5.87 %	8.37 %

Dari Tabel 5.6, Nilai selisih dari kebutuhan kalori dan rekomendasi sistem adalah 6.04 %, karbohidrat 2.09 %, Protein 5.87 %, dan Lemak 8.37 %. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai gizi dari menu makanan yang direkomendasikan oleh sistem masih dalam batas toleransi yang ditetapkan oleh ahli gizi yaitu $\pm 10\%$ dari kebutuhan gizi atlet olahraga *endurance*.

5.2.4 Kasus 4

Data atlet yang digunakan pada uji coba adalah sebagai berikut :

Jenis kelamin : perempuan

Usia : 17 tahun

Berat badan : 46 kg

Jenis atlet : pemula

Untuk parameter algoritma genetika yang digunakan adalah :

Ukuran populasi : 200

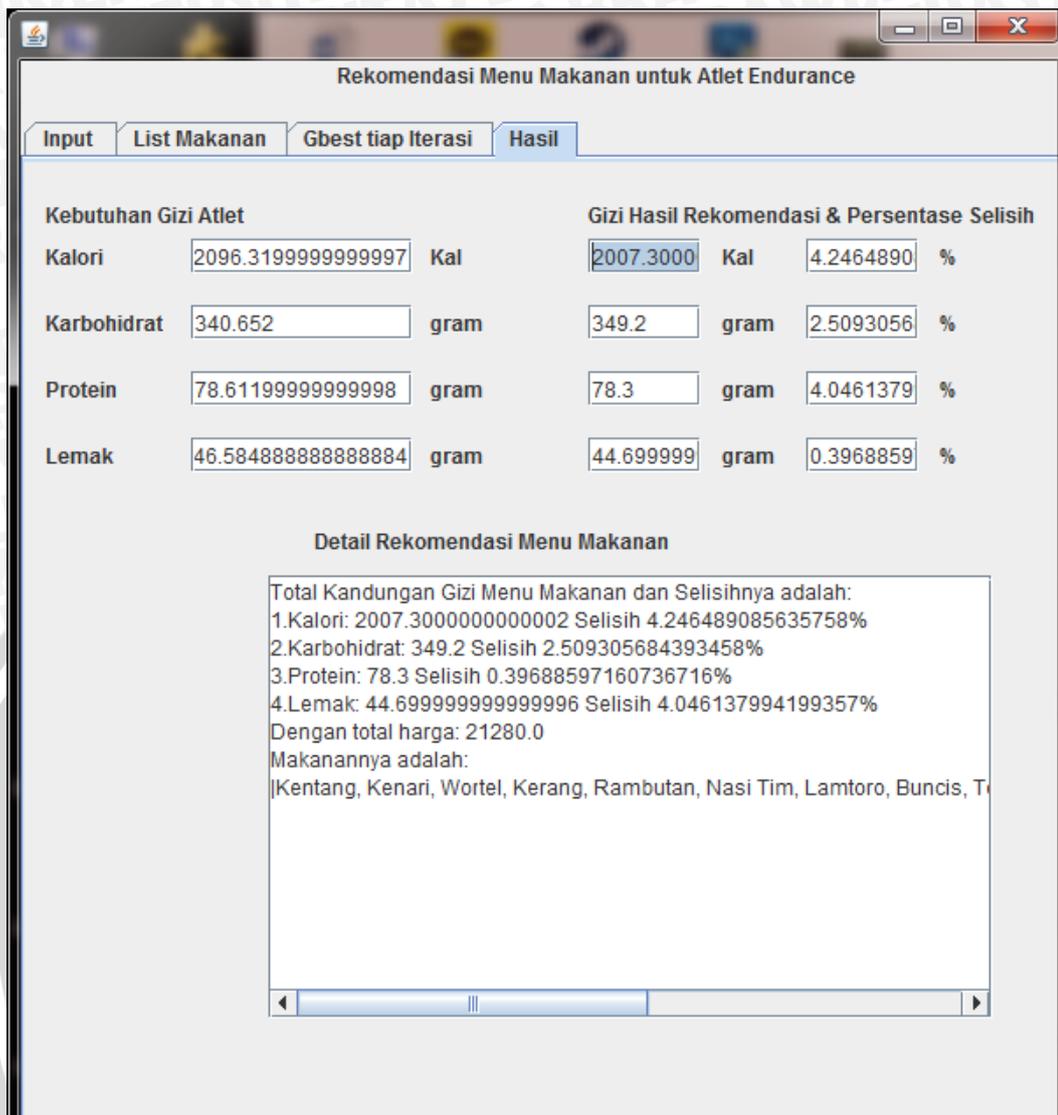
Banyaknya iterasi : 80

C1 : 1

C2 : 1

Prioritas gizi : 10 (kalori), 10 (karbohidrat), 20 (protein), 70 (lemak)

Dari data yang digunakan dalam uji coba kasus 4, didapatkan hasil pengujian sistem seperti pada Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Hasil Uji Coba Kasus 4

Berdasarkan Gambar 5.7, hasil uji coba sistem memberikan rekomendasi menu makanan dari data yang digunakan dalam uji coba kasus 3, hasil uji coba sistem memberikan rekomendasi menu makanan dengan 5 komposisi makanan pertama adalah untuk makan pagi, 5 berikutnya untuk makan siang dan 4 terakhir untuk makan malam. Masing – masing makanan pokok memiliki berat sebanyak 180 gram, sumber nabati sebesar 50 gram, sumber hewani sebesar 80 gram, sayuran sebesar 200 gram, dan pelengkap sebesar 150 gram.

Data nilai kebutuhan gizi atlet dan nilai gizi dari menu makanan yang direkomendasikan oleh sistem dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Kasus 4

	Kalori (Kal)	Karbohidrat (gram)	Protein (gram)	Lemak (gram)
Kebutuhan gizi atlet	2096.319	340.652	78.611	45.584
Hasil rekomendasi sistem	2007.3	349.2	78.3	44.69
% Selisih nilai gizi	4.24 %	2.509 %	4.046 %	0.396 %

Berdasarkan Tabel 5.7, Nilai selisih dari kebutuhan kalori dan rekomendasi sistem adalah 4.24 %, karbohidrat 2.509 %, Protein 4.046 %, dan Lemak 0.396 %. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai gizi dari menu makanan yang direkomendasikan oleh sistem masih dalam batas toleransi yang ditetapkan oleh ahli gizi yaitu $\pm 10\%$ dari kebutuhan gizi atlet olahraga *endurance*.

Dari hasil uji coba sistem terhadap 4 studi kasus dengan data atlet yang berbeda, dapat dilihat bahwa komposisi makanan untuk atlet olahraga *endurance* yang direkomendasikan oleh sistem masih dalam batas toleransi yang ditetapkan oleh ahli gizi yaitu $\pm 10\%$ dari kebutuhan gizi atlet olahraga *endurance*. Sejumlah 3 dari 4 uji kasus menunjukkan selisih lemak adalah yang terbesar nilainya dibandingkan dengan nilai selisih kandungan lainnya. Namun, nilai selisih dari tiap pengujian yang berbeda-beda menunjukkan adanya variasi yang tinggi ketika proses *Particle Swarm Optimization* terjadi, hal ini dikarenakan parameter *Particle Swarm Optimization* ketika menangani kebutuhan gizi atlet yang berbeda-beda.



BAB 6 PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisis pada penelitian skripsi berjudul “Optimasi Komposisi Makanan untuk Atlet *Endurance* Menggunakan Metode *Particle Swarm Optimization*” maka menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil terbaik dari pengujian parameter metode *Particle Swarm Optimization* pada uji coba populasi, uji coba iterasi, dan uji coba kombinasi C1 & C2 yaitu 200 populasi, 80 iterasi, dan 1 & 1. Nilai-nilai tersebut dapat digunakan pada parameter metode *Particle Swarm Optimization* untuk menyelesaikan permasalahan optimasi komposisi makanan.
2. Hasil dari pengujian sistem pada kasus 1 hingga kasus 4, mampu menyelesaikan masalah dan menunjukkan sistem dapat memberikan rekomendasi makanan dengan baik, dikarenakan selisih untuk tiap kandungan dan kalori antara kebutuhan gizi atlet olahraga *endurance* dan gizi rekomendasi memiliki selisih tidak melebihi 10%.

6.2 Saran

Saran untuk pengembangan terhadap penelitian ini adalah:

1. Menggunakan nilai parameter yang lebih beragam pada pengujian parameter metode *Particle Swarm Optimization*.
2. Menggunakan data uji kasus untuk setiap kategori level atlet.
3. Mencoba menggunakan rumus *fitness* dan prioritas yang lebih tepat dan atau lebih baik.
4. Menambahkan jumlah makanan agar lebih bervariasi dan lebih luas ruang cakup pencarian komposisi makanan.

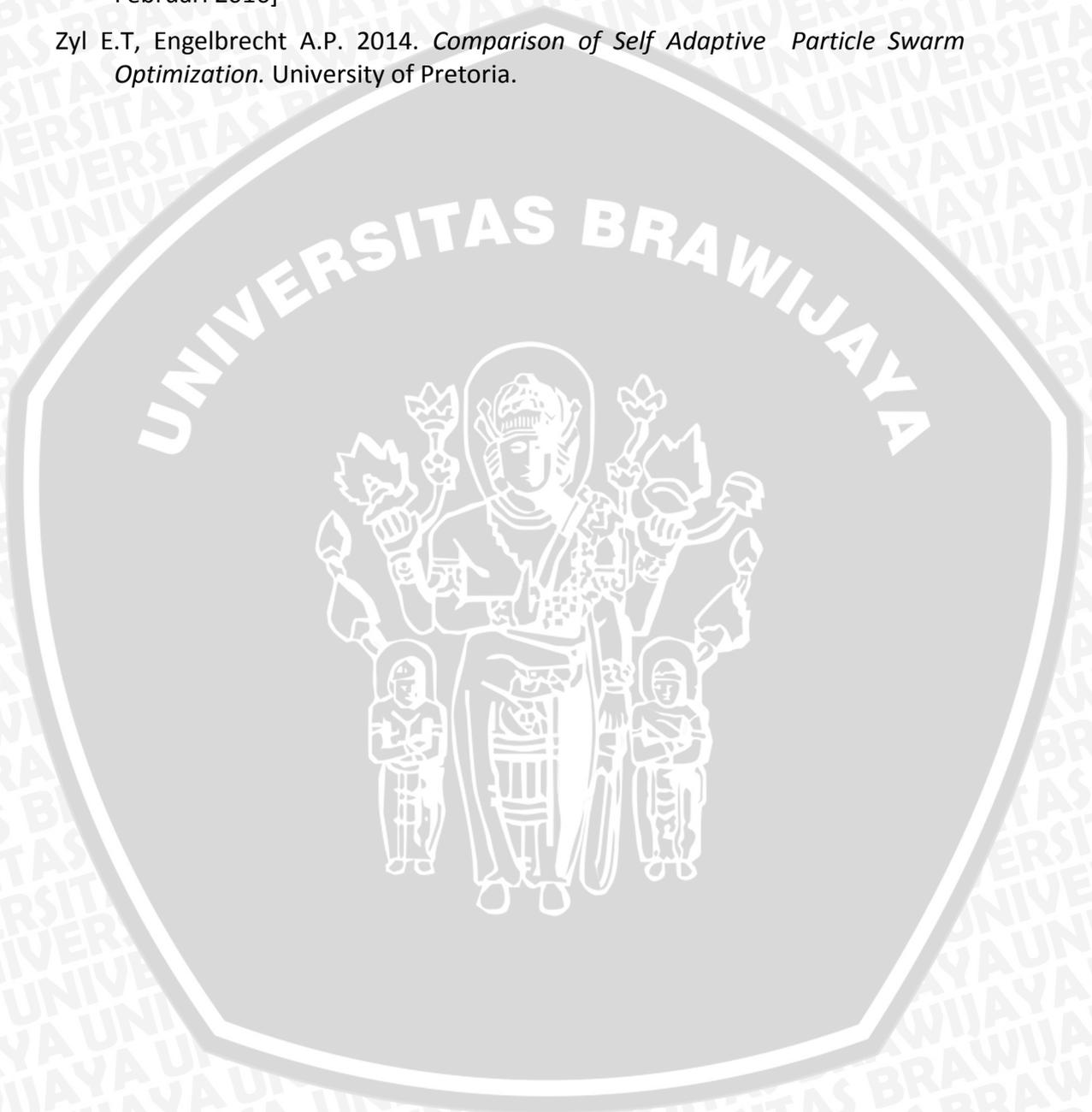
DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, Ayu Bulan F.K, Puujiastuti, N., dan Fajar, I. 2013. *Ilmu Gizi Untuk Praktisi Kesehatan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Dian Isnaeni, N.A., 2015. *Rancang Bangun Aplikasi Mobile Pemantau Gizi Harian Berbasis Android*. S1. Universitas Brawijaya.
- Fink, HH, Milkesky, AE & Burgoon, LA . 2011. *Practical Application in Sport Nutrition Third Edition*. Burlington : Jones & Bartlett Learning.
- Fister, Ljubic, Karin, dkk. 2014. *Towards Automatic Food Prediction During Endurance Sport Competitions*. Slovenia : Faculty of Electrical Engineering and Computer Science.
- Heather H.F, Alan E. M., Lisa A. B., 2013. *Practical Applications in Sports Nutrition*. 3rd ed. Jones & Bartlett Learning
- Khajehzadeh M., Taha M.R, dkk. 2011. *Reliability Evaluation of Slopes Using Particle Swarm Optimization*. University Kebangsaan Malaysia.
- Nurvenus Karid, 2015. *Penerapan Algoritma Genetikan untuk Optimasi Asupan Gizi Pasien Diet Khusus dengan Biaya Minimal*. S1. Universitas Brawijaya.
- Rahajoeningroem T., Aria M., 2013. *Studi Komparasi Algoritma Particle Swarm Optimization Pada Aplikasi Filter Adaptive Noise Cancellation*. Universitas Komputer Indonesia.
- Ratnaweera A., Halgamuge S.K, dkk. 2004. *Self-Organizing Hierarchical Particle Swarm Optimization With Time-Varying Acceleration Coefficients*. IEEE Transactions On Evolutionary Computation. Volume 8, No. 3.
- Retno Putri, I., 2015. *Optimasi Metode Adaptive Fuzzy K-Nearest Neighbor dengan Particle Swarm Optimization untuk Klasifikasi Status Sosial Ekonomi Keluarga*. S1. Universitas Brawijaya.
- Suci, WW, Mahmudy, WF & Putri, RRM. 2015. *Optimasi biaya pemenuhan gizi dan nutrisi pada manusia lanjut usia menggunakan algoritma genetika*. DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya, vol. 5, no. 17.
- Schoene T., Simone A.L, Raymond J.S. 2012. *Step-Optimized Particle Swarm Optimization*. Brisbane, Australia. WCCI 2012 IEEE.
- U.S. National Library of Medicine, 2016. *Vitamins*. [online] U.S. National Library of Medicine. Tersedia di: < <https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/vitamins.html> > [Diakses 7 Februari 2016]
- U.S. National Library of Medicine, 2016. *Carbohydrates*. [online] U.S. National Library of Medicine. Tersedia di : <

<https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/Carbohydrates.html> > [Diakses 7 Februari 2016]

U.S. National Library of Medicine, 2016. *Proteins*. [online] U.S. National Library of Medicine. Tersedia di: <
<https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/Dietaryproteins.html> > [Diakses 7 Februari 2016]

Zyl E.T, Engelbrecht A.P. 2014. *Comparison of Self Adaptive Particle Swarm Optimization*. University of Pretoria.



LAMPIRAN A DAFTAR BAHAN MAKANAN

Tabel A. 1 Makanan Pokok

Indeks	Nama Bahan makanan	Kandungan per 180 gram				Harga (Rp)
		Energi (Kal)	Karbohidrat (gr)	Protein (gr)	Lemak (gr)	
0	Nasi Putih	234	51.5	4.3	0.4	2070
1	Nasi Jagung	217.7	49	5	1.1	1080
2	Nasi Tim	210.8	46.3	4	0.4	2070
3	Nasi Uduk	212.5	42.3	3.8	2.7	2100
4	Bubur Ketan Hitam	273.6	54.2	2	6.1	2700
5	Bihun	685.8	164.3	0.5	0.2	2160
6	Biskuit	912.5	140.4	18.7	31.5	5130
7	Kentang	167.4	38.9	3.6	0.2	2430
8	Makaroni	635.4	127.4	21.6	3.2	2700
9	Maizena	685.8	164.3	0.5	0.2	6930
10	Bubur Tepung Beras Merah	131.2	28.8	2.3	0.2	1800
11	Bubur Nasi	131.2	28.8	2.3	0.2	2000
12	Roti Sisir	329.5	64.8	9	3.6	4320
13	Ketan Hitam	649.6	143.1	12.1	1.1	2520
14	Nasi Beras Merah	644.5	135.4	13.3	4.7	2700
15	Bubur Pabrikan	669.4	116.6	28.1	10.8	3000
16	Ketan Putih Tumbuk	649.6	143.1	12.1	1.1	2500
17	Ubi Jalar Ungu	201.8	47.3	4.3	0.2	1530
18	Ubi Jalar Kuning	183.7	43.7	3.8	0.2	1530
19	Ubi Jalar Merah	185.4	43.7	4.1	0.2	1530
20	Ubi Jalar Putih	201.8	47.3	4.3	0.2	1530
21	Ubi Goreng	333	73.4	2.2	4.7	1500
22	Roti Tawar	493	93.4	15.8	5.4	4140
23	Singkong	235.8	57.4	2	0.5	1530
24	Talas	201.8	47.3	4.3	0.2	5760

Tabel A. 2 Sumber Nabati

Indeks	Nama Bahan makanan	Kandungan per 50 gram				Harga (Rp)
		Energi (Kal)	Karbohidrat (gr)	Protein (gr)	Lemak (gr)	
0	Kacang Ijo	58	10.4	3.8	0.3	775
1	Kecap	30	2.8	5.3	0.1	1750
2	Tahu	38	0.9	4.1	2.5	1000
3	Tempe Kedelai	74.5	6.3	9.1	2	1000
4	Kacang Merah	167.5	30.1	11.5	0.6	700
5	Kacang Tanah	207	5.9	9.4	18	500
6	Biji Kecipir	174.5	12.7	15.4	8.4	2200
7	Ampas Tahu	190	4.8	20.3	12	500
8	Kacang Panjang	17.4	4	0.9	0.2	500
9	Kacang Tolo	58	10.4	3.8	0.3	300
10	Kacang Kapri	41.9	7.8	2.7	0.1	875
11	Kacang Kedelai	207.5	15.1	18.3	10	650
12	Kemiri	138	25.9	11.2	22.2	1150
13	Kenari	328.5	6.5	7.5	33	650
14	Koro	184.5	31.4	11.8	2	825
15	Kwaci	257.5	6.9	15.3	21.05	1425
16	Lamtoro	66	11.8	4.6	0.3	1050
17	Wijen	286.4	24.9	8.9	24.9	750
18	Emping	166	32.3	7.7	1	900
19	Jamur Kuping Segar	13.5	2.5	1.1	0.3	2250
20	Minyak Kelapa	431	0	0	50	3100
21	Minyak Kelapa Sawit	431	0	0	50	1100
22	Santan	177	7.6	1.6	16.8	1500
23	Minyak Wijen	442	0	0	50	600
24	Kedelai Hitam	207.5	15.1	18.3	10	750

Tabel A. 3 Sumber Hewani

Indeks	Nama Bahan makanan	Kandungan per 80 gram				Harga (Rp)
		Energi (Kal)	Karbohidrat (gr)	Protein (gr)	Lemak (gr)	
0	Ayam	227.9	0	21.5	15.1	2600
1	Babat	66.3	0	11.6	1.9	2080
2	Bebek	269.6	0	15.2	22.7	3600



3	Belut Air Tawar	89.7	0	17.1	1.8	2000
4	Cumi-Cumi	117.6	4	20	1.8	2720
5	Daging Kambing	215.1	0	19.9	14.4	7200
6	Daging Sapi	215.1	0	19.9	14.4	7600
7	Ikan Gabus Kering	196	1.6	42.5	1.6	8960
8	Ikan Mas	104	0	14.6	4.6	2000
9	Ikan Mujair	67.1	0	14.6	0.6	1680
10	Ikan Tongkol	88.7	0	19.2	0.8	3820
11	Ikan Kembung	89.7	0	17.1	1.8	2680
12	Kepiting	69.6	1	13.2	1	28520
13	Kerang	82.4	3.5	11.4	2.2	2200
14	Lele	67.1	0	11.8	1.8	1680
15	Belut	89.7	0	17.1	1.8	3000
16	Susu Kambing	55.3	3.6	2.9	3.3	4320
17	Susu Sapi	52.8	3.8	2.6	3.1	6000
18	Telur Ayam	124.1	0.9	10.1	8.5	1200
19	Telur Bebek	148	1.2	10.2	11	1360
20	Telur Puyuh	168	1.2	10.2	11	1440
21	Tenggiri	89.7	0	17.1	1.8	1200
22	Ikan Asin Teri	268.1	0	46.9	7.5	6800
23	Udang	63.3	0	13.4	0.7	6800
24	Ikan Kakap	67.1	0	14.6	0.6	1760

Tabel A. 4 Sayuran

Indeks	Nama Bahan makanan	Kandungan per 200 gram				Harga (Rp)
		Energi (Kal)	Karbohidrat (gr)	Protein (gr)	Lemak (gr)	
0	Bayam	74.1	14.6	7.4	0.4	1000
1	Bayam Merah	74.1	14.6	7.4	0.4	4300
2	Buncis	69.8	15.8	3.8	0.6	1200
3	Daun Pepaya	120	22.4	10.6	1.8	5000
4	Daun Singkong	74.1	14.6	7.4	0.4	5000
5	Jengkol	84.1	15.6	5.4	0.2	6400
6	Kecipir	69.8	15.8	3.8	0.6	10500

7	Kemangi	42.1	10	2.4	1.4	3000
8	Ketimun	25.8	5.6	1.4	0.2	5600
9	Kool Kembang	50.2	10.8	2.8	0.6	10500
10	Kool Merah,Kool Putih	44	9	2	0.8	2900
11	Labu Air	40.2	8.6	1.8	0.6	1900
12	Labu Siam	40.2	8.6	1.8	0.6	2700
13	Lobak	25.8	5.6	1.4	0.2	2200
14	Melinjo	229.9	57.2	4.6	0.8	1700
15	Pare	40.2	8.6	1.8	0.6	2600
16	Rebung	25.8	4.2	2	0.4	4500
17	Sawi	30.1	4.2	4.6	0.4	1500
18	Selada	25.8	4.2	2	0.4	5000
19	Seledri	25.8	4.2	2	0.4	4200
20	Terong	55.9	13.2	1.6	0.4	1900
21	Wortel	51.6	9.6	2	0.4	2000
22	Kangkung	30.1	4.2	4.6	0.4	2500
23	Kapri Muda	69.8	15.8	3.8	0.6	3000
24	Jantung Pisang Segar	42.1	10	2.4	1.4	6600

Tabel A. 5 Pelengkap

Indeks	Nama Bahan makanan	Kandungan per 150 gram				Harga (Rp)
		Energi (Kal)	Karbohidrat (gr)	Protein (gr)	Lemak (gr)	
0	Agar-agar	0	0	0	0	3525
1	Alpukat	118.7	17.7	0.8	5.7	900
2	Anggur	79.6	20.7	0.2	0.2	12750
3	Apel	88.6	23	0.3	0.6	1950
4	Arbei	78.2	19.2	1	0.6	3750
5	Duku	88.6	23	0.3	0.6	1875
6	Jahe	98.9	23	3.1	0.5	1125
7	Jeruk Bali	43.4	14	1.7	0.5	3750
8	Jeruk Manis	70.6	17.7	1.3	0.2	3300

9	Jeruk Nipis	37	14	1.7	0.5	2250
10	Kesemek	97.5	25.5	0.8	0.5	1275
11	Madu	456	123.6	0.5	0	11250
12	Mangga Gadong	97.5	25.5	0.8	0.5	6975
13	Mangga Harumanis	97.5	25.5	0.8	0.5	6150
14	Mangga Muda	97.5	25.5	0.8	0.5	1500
15	Manggis	88.6	23	0.3	0.6	4425
16	Pisang Ambon	138	35.1	1.5	0.8	1125
17	Pisang Raja	138	315.1	1.5	0.8	2175
18	Rambutan	73.5	18.6	0.6	0.6	2250
19	Salak	123	31.9	0.3	0.6	3150
20	Sawo	124.4	32.1	0.5	0.9	2400
21	Semangka	48	10.8	0.9	0.6	1050
22	Sirsak	105	26.7	1	0.5	2925
23	Srikaya	118.7	30.3	1.8	0.3	3300
24	Yougurt	57	6.3	6.5	0.2	11250

LAMPIRAN B SURAT PERSETUJUAN MENJADI PAKAR

SURAT PERSETUJUAN MENJADI PAKAR

Nama : Titis Sari Kusuma, S.Gz, MP
 Pekerjaan : Dosen
 Jurusan : Ilmu Gizi
 Fakultas : Kedokteran
 Universitas : Universitas Brawijaya

Menyatakan bersedia untuk turut berpartisipasi menjadi pakar dalam mendukung penyelesaian skripsi mahasiswa berikut :

Nama : Ziifikri Yulfiandi Rachmat
 NIM : 125150200111080
 Jurusan : Informatika
 Fakultas : Ilmu Komputer
 Universitas : Brawijaya
 Judul Skripsi : Optimasi Komposisi Makanan untuk Atlet *Endurance* Menggunakan Metode *Particle Swarm Optimization*

dan menyatakan bahwa metode perhitungan kebutuhan gizi atlet olahraga *endurance* yang digunakan pada skripsi mahasiswa tersebut seperti pada tabel di bawah ini telah dikonsultasikan dan disetujui :

Faktor Aktivitas Atlet Olahraga *Endurance*

Level Aktivitas	Faktor Aktivitas
Pelaku olahraga secara umum (Pemula) (latihan 10 - 12 jam tiap minggu)	1,6
Atlet amatir (latihan 12 - 20 jam tiap minggu)	2
Atlet profesional (latihan > jam tiap minggu)	2,4

Kebutuhan Gizi Atlet Olahraga *Endurance*

Karbohidrat	Protein	Lemak
65%	15%	20%

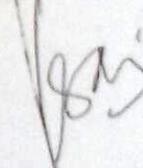
Toleransi Kecukupan Gizi Atlet Olahraga *Endurance*

Kebutuhan gizi	Batas toleransi kecukupan gizi
Kalori	$\pm 10\%$ kebutuhan kalori atlet olahraga <i>endurance</i>
Karbohidrat	$\pm 10\%$ kebutuhan karbohidrat atlet olahraga <i>endurance</i>
Protein	$\pm 10\%$ kebutuhan protein atlet olahraga <i>endurance</i>
Lemak	$\pm 10\%$ kebutuhan lemak atlet olahraga <i>endurance</i>

Malang,

Menyetujui

Pakar



Titis Sari Kusuma, S.Gz, MP

NIP. 198007022006042001