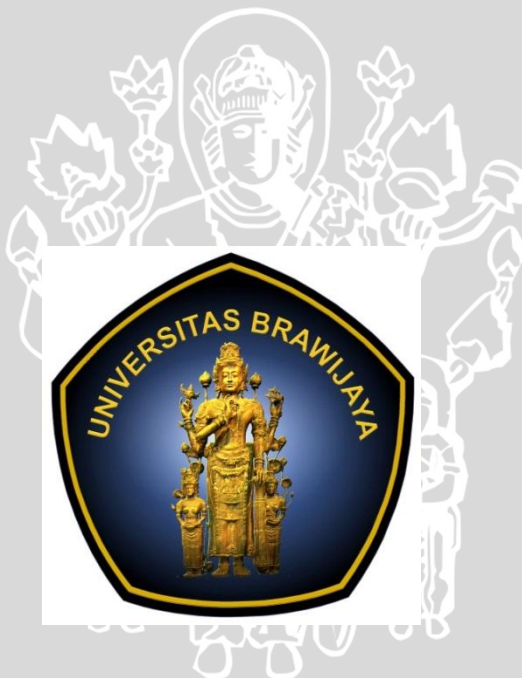


**PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA
UNTUK OPTIMASI ASUPAN GIZI PASIEN DIET KHUSUS
DENGAN BIAYA MINIMAL**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:
Karid Nurvenus
NIM: 115090607111015



PROGRAM STUDI INFORMATIKA / ILMU KOMPUTER
PROGRAM TEKNOLOGI INFORMASI DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015

PENGESAHAN

PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA
UNTUK OPTIMASI ASUPAN GIZI PASIEN DIET KHUSUS
DENGAN BIAYA MINIMAL

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :
Karid Nurvenus
NIM: 115090607111015

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
3 Desember 2015

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Drs. Marji, M.T
NIP: 196708011992031001

Dian Eka Ratnawati, S.Si., M.Kom
NIP: 197306192002122001

Mengetahui
Ketua Program Studi Informatika

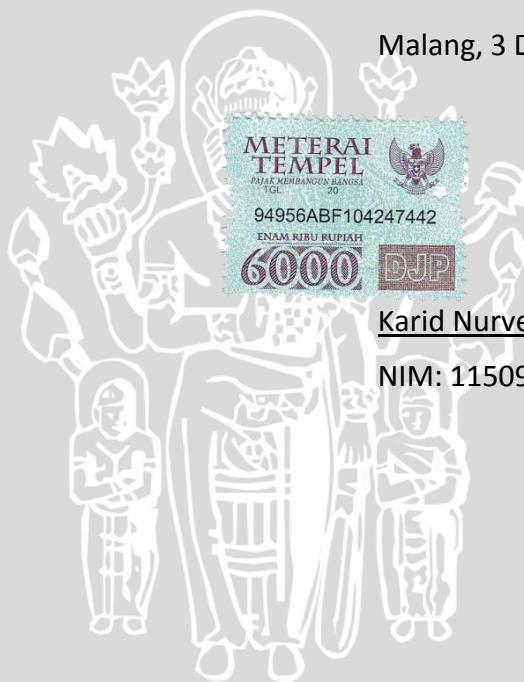
Drs. Marji, M.T
NIP: 196708011992031001

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, 3 Desember 2015



Karid Nurvenus

NIM: 115090607111015

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penerapan Algoritma Genetika untuk Optimasi Asupan Gizi Pasien Diet Khusus dengan Biaya Minimal”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Komputer di Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang.

Pada penyelesaian Skripsi ini, penulis telah mendapat begitu banyak bantuan dari banyak pihak, atas bantuan yang telah diberikan, penulis ingin menyampaikan penghargaan dan rasa terima kasih kepada:

1. Drs. Marji, M.T dan Dian Eka Ratnawati, S.Si., M.Kom, dosen pembimbing skripsi yang telah dengan sabar memberikan bimbingan dan arahan untuk kesempurnaan penulisan skripsi ini.
2. Ayah, Ibu, dan Kakak, terimakasih atas doa dan dukungan serta semangat yang tak pernah putus.
3. *A very special thanks to Arjo, Evita, Finis, Atiqo, and “Rangkasbitung 12”.*
4. Teman-teman Ilmu Komputer Angkatan 2011, terimakasih atas segala bantuannya selama menempuh studi di Universitas Brawijaya.
5. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu, tanpa bantuan yang diberikan baik secara langsung atau tidak, penulis tidak akan bisa menyelesaikan skripsi ini.

Hanya doa yang bisa penulis berikan, semoga Allah SWT memberikan pahala serta balasan kebaikan yang berlipat. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari sempurna. Untuk itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan, karena itu akan menjadi motivasi penulis untuk berkarya yang lebih baik lagi di masa yang akan datang. Akhir kata, semoga skripsi ini membawa manfaat bagi penyusun maupun pihak lain yang menggunakannya.

Malang, 3 Desember 2015

Penulis

karidnur@gmail.com

ABSTRAK

Ketika bahan makanan pokok naik, maka akan diikuti pula kenaikan harga bahan makanan lain. Hal ini menyebabkan orang-orang yang sedang menjalani pengontrolan pemenuhan kebutuhan gizi harus mengeluarkan biaya lebih banyak untuk mencukupi kebutuhan gizinya. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dapat diatasi dengan mengganti atau mengkombinasikan bahan makanan yang mahal dengan bahan makanan yang murah dengan tetap menjaga asupan gizi yang sesuai kebutuhan. Pada penelitian ini digunakan metode algoritma genetika dengan menerapkan pengkodean *floating point*, *whole arithmetic crossover*, *uniform mutation*, dan *elitism selection* untuk membantu menentukan kombinasi berat bahan makanan yang memenuhi kebutuhan gizi berdasarkan data pasien, komposisi bahan makanan, dan batasan biaya yang dimasukkan pengguna. Hasil dari pengujian parameter algoritma genetika banyak generasi menunjukkan bahwa semakin banyak generasi belum tentu akan diikuti dengan bertambahnya nilai *fitness*. Begitu juga pada ukuran populasi, semakin besar ukuran populasi belum tentu akan diikuti dengan bertambahnya nilai *fitness*. Hal ini dikarenakan pembangkitan awal individu (*starting point*) yang dilakukan secara *random* dalam proses algoritma genetika. Sedangkan hasil dari pengujian kombinasi parameter probabilitas *crossover* (P_c) dan probabilitas mutasi (P_m) menunjukkan bahwa semakin besar nilai P_c (semakin kecil nilai P_m), maka nilai *fitness* cenderung semakin tinggi. Namun, jika P_c terlalu besar dan P_m terlalu kecil maka akan menghasilkan nilai *fitness* yang sangat rendah. Hasil dari pengujian 10 studi kasus diketahui sistem dapat menghasilkan nilai gizi didalam batas toleransi terhadap kebutuhan gizi dengan lengkap sebanyak 9 studi kasus pada ukuran populasi 250, banyak generasi 2500, P_c 0,9, dan P_m 0,1, sedangkan hasil konsultasi dari ahli gizi sebanyak 1 studi kasus. Metode algoritma genetika yang digunakan pada penelitian ini memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan metode *random search* pada penelitian sebelumnya.

Kata kunci: Algoritma Genetika, Optimasi Gizi, Diabetes Melitus, Penyakit Jantung, Penyakit Hati, Orang Sehat, Biaya Minimal, *Random Search*

ABSTRACT

When the price of staple foods is go up, then will be followed by the increase of another foodstuffs. It causes people who are undergoing nutritional needs controlling must pay more in order to meet their nutritional needs. To overcome this problem, can be solved by replacing or combining an expensive foodstuffs with a cheaper foodstuffs while maintaining nutritional intake as needed. In this study is used genetic algorithm method by applying floating point encoding, whole arithmetic crossover, uniform mutation, and elitism selection to help determine the combination of foodstuffs weight that meets the nutritional needs based on patient data, composition of foodstuffs, and limit of cost as inserted by user. The testing result of genetic algorithm parameter of generation number shows a growing number of generation is not necessarily will be followed by the increase of fitness value. It also occurs on population size, a larger size of population is not necessarily will be followed by the increase of fitness value. It is caused by the early generation of individuals (starting point) that is conducted randomly in genetic algorithm method. While the testing result of parameter combination of crossover probability (P_c) and mutation probability (P_m) shows that the greater P_c value (the smaller P_m value) then the fitness value tends to be higher. But, if P_c value is too big and P_m value is too small then will produce very low fitness value. The testing result of 10 case studies is known that the system can generate nutritional values completely within the tolerance limits of nutritional needs as much as 9 case studies at population size of 250, generation number of 2500, P_c of 0.9, and P_m of 0.1, whereas the result from dietitian as much as 1 case studies. Genetic algorithm method that is used in this study gives better result as compared to random search method in previous study.

Keyword: Genetic Algorithm, Nutrient Optimization, Diabetes Mellitus, Heart Disease, Liver Disease, Healthy, Minimal Cost, Random Search

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR SOURCE CODE.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metodologi Penelitian	3
1.7 Sistematika Pembahasan	4
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1 Penelitian Menggunakan Metode <i>Random Search</i>	5
2.2 Diet pada Penderita Penyakit Diabetes Melitus.....	6
2.3 Diet pada Penderita Penyakit Jantung.....	6
2.4 Diet pada Penderita Penyakit Hati.....	6
2.5 Diet pada Orang Sehat.....	7
2.6 Gizi	7
2.6.1 Energi	8
2.6.2 Karbohidrat	8
2.6.3 Lemak	9
2.6.4 Protein.....	9
2.7 Angka Kebutuhan Gizi.....	9

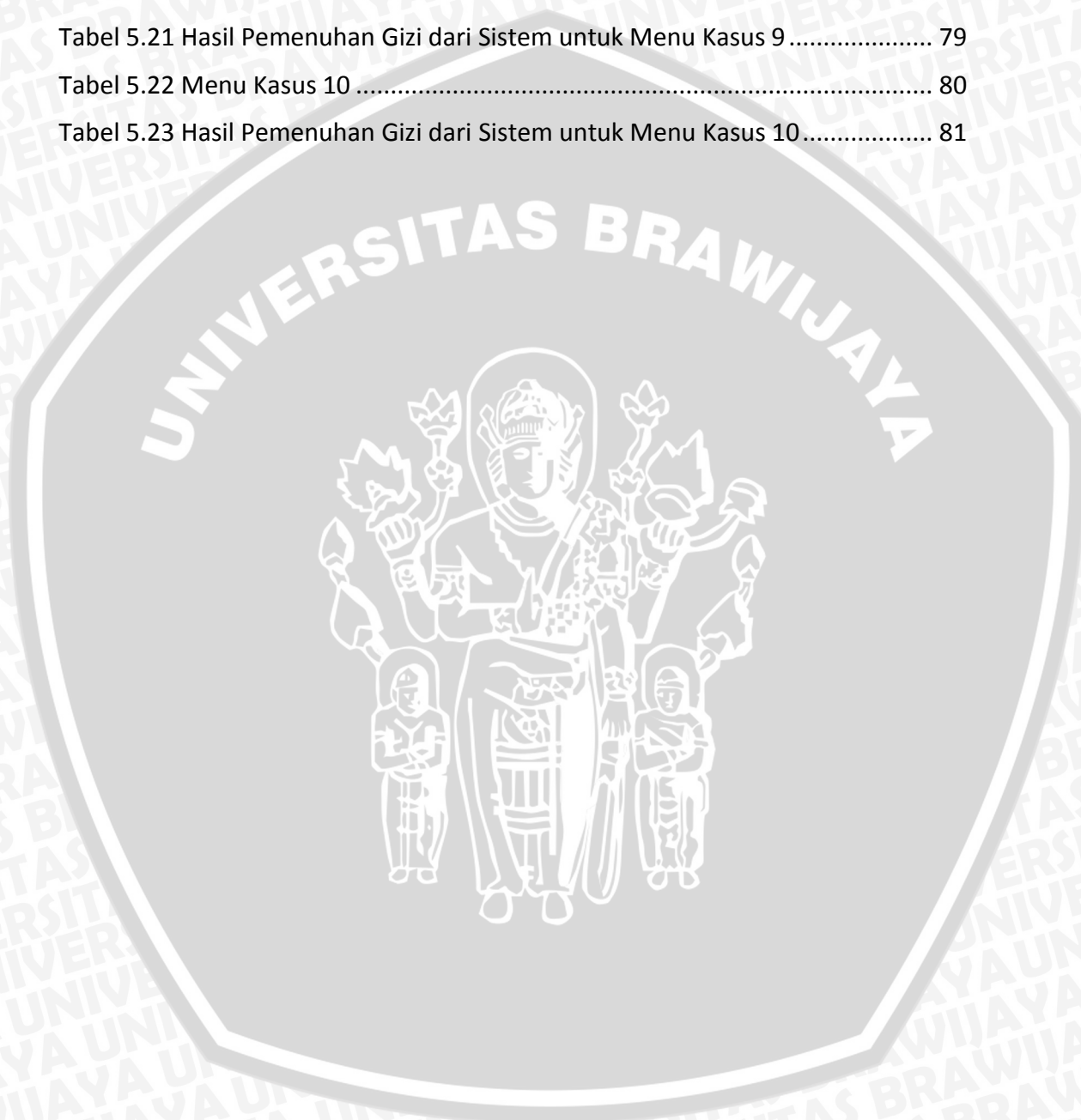
2.7.1 Kebutuhan Energi.....	9
2.7.2 Kebutuhan Karbohidrat, Lemak, dan Protein	10
2.8 Algoritma Genetika	10
2.8.1 Parameter Algoritma Genetika	11
2.8.2 Komponen Utama Algoritma Genetika.....	11
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN DAN PERANCANGAN.....	18
3.1 Analisa Kebutuhan Sistem	18
3.1.1 Deskripsi Umum Sistem	18
3.1.2 Data yang Digunakan	19
3.2 Perancangan Sistem.....	19
3.2.1 Proses-proses pada Algoritma Genetika.....	19
3.2.2 Perhitungan Manual.....	29
3.2.3 Perancangan <i>User Interface</i>	40
3.3 Perancangan Uji Coba dan Evaluasi.....	44
3.3.1 Uji Coba Banyaknya Generasi	44
3.3.2 Uji Coba Ukuran Populasi.....	44
3.3.3 Uji Coba Kombinasi Probabilitas <i>Crossover</i> dan Mutasi	45
3.3.4 Uji Coba Sistem	45
BAB 4 IMPLEMENTASI	47
4.1 Lingkungan Implementasi.....	47
4.1.1 Lingkungan Perangkat Keras	47
4.1.2 Lingkungan Perangkat Lunak	47
4.2 Implementasi Sistem	47
4.2.1 Struktur Data	47
4.2.2 Mengambil Data Bahan Makanan.....	48
4.2.3 Pembangkitan Populasi Awal.....	49
4.2.4 Proses <i>Crossover</i>	49
4.2.5 Proses Mutasi.....	50
4.2.6 Penghitungan Penalti Gizi	50
4.2.7 Penghitungan <i>Fitness</i>	55
4.2.8 Proses Seleksi dengan Metode <i>Elitism</i>	55
4.2.9 Proses Pemilihan Kromosom Terbaik	55

4.3 Implementasi Antarmuka	56
BAB 5 PENGUJIAN DAN ANALISIS.....	62
5.1 Pengujian Parameter Algoritma Genetika	62
5.1.1 Hasil dan Analisa Uji Coba Banyaknya Generasi	62
5.1.2 Hasil dan Analisa Uji Coba Ukuran Populasi	64
5.1.3 Hasil dan Analisa Uji Coba Percobaan Kombinasi P_c dan P_m	65
5.2 Pengujian Sistem.....	66
5.2.1 Kasus 1.....	66
5.2.2 Kasus 2.....	68
5.2.3 Kasus 3.....	69
5.2.4 Kasus 4.....	71
5.2.5 Kasus 5.....	72
5.2.6 Kasus 6.....	74
5.2.7 Kasus 7.....	75
5.2.8 Kasus 8.....	77
5.2.9 Kasus 9.....	78
5.2.10 Kasus 10.....	80
5.2.11 Analisa Hasil Pengujian Sistem.....	81
BAB 6 PENUTUP	84
6.1 Kesimpulan.....	84
6.2 Saran	84
DAFTAR PUSTAKA.....	86
LAMPIRAN A DAFTAR BAHAN MAKANAN.....	88
LAMPIRAN B PERHITUNGAN MANUAL	91
LAMPIRAN C SURAT PERSETUJUAN MENJADI PAKAR	103

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Cara menaksir kebutuhan energi menurut aktivitas dengan menggunakan kelipatan AMB	10
Tabel 2.2 Contoh Representasi Kromosom <i>Real</i>	12
Tabel 3.1 Populasi Awal	30
Tabel 3.2 Pemilihan <i>Parent</i> yang Mengalami <i>Crossover</i>	31
Tabel 3.3 Pemilihan Gen yang Mengalami Mutasi	32
Tabel 3.4 Nilai Penalti Gizi.....	38
Tabel 3.5 Nilai Penalti Harga	39
Tabel 3.6 Nilai <i>Fitness</i>	39
Tabel 3.7 Hasil Proses Seleksi.....	40
Tabel 3.8 Rancangan Uji Coba Banyak Generasi.....	44
Tabel 3.9 Rancangan Uji Coba Ukuran Populasi	45
Tabel 3.10 Rancangan Uji Coba Probabilitas <i>Crossover</i> dan Mutasi.....	45
Tabel 3.11 Rancangan Uji Coba Sistem.....	46
Tabel 5.1 Hasil Percobaan Banyaknya Generasi	62
Tabel 5.2 Hasil Percobaan Ukuran Populasi.....	64
Tabel 5.3 Hasil Percobaan Kombinasi <i>Pc</i> dan <i>Pm</i>	65
Tabel 5.4 Menu Kasus 1	67
Tabel 5.5 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Menu Kasus 1	67
Tabel 5.6 Menu Kasus 2	68
Tabel 5.7 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Menu Kasus 2	69
Tabel 5.8 Menu Kasus 3	70
Tabel 5.9 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Menu Kasus 3	70
Tabel 5.10 Menu Kasus 4	71
Tabel 5.11 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Menu Kasus 4.....	72
Tabel 5.12 Menu Kasus 5	73
Tabel 5.13 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Menu Kasus 5.....	73
Tabel 5.14 Menu Kasus 6	74
Tabel 5.15 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Menu Kasus 6.....	75
Tabel 5.16 Menu Kasus 7	75

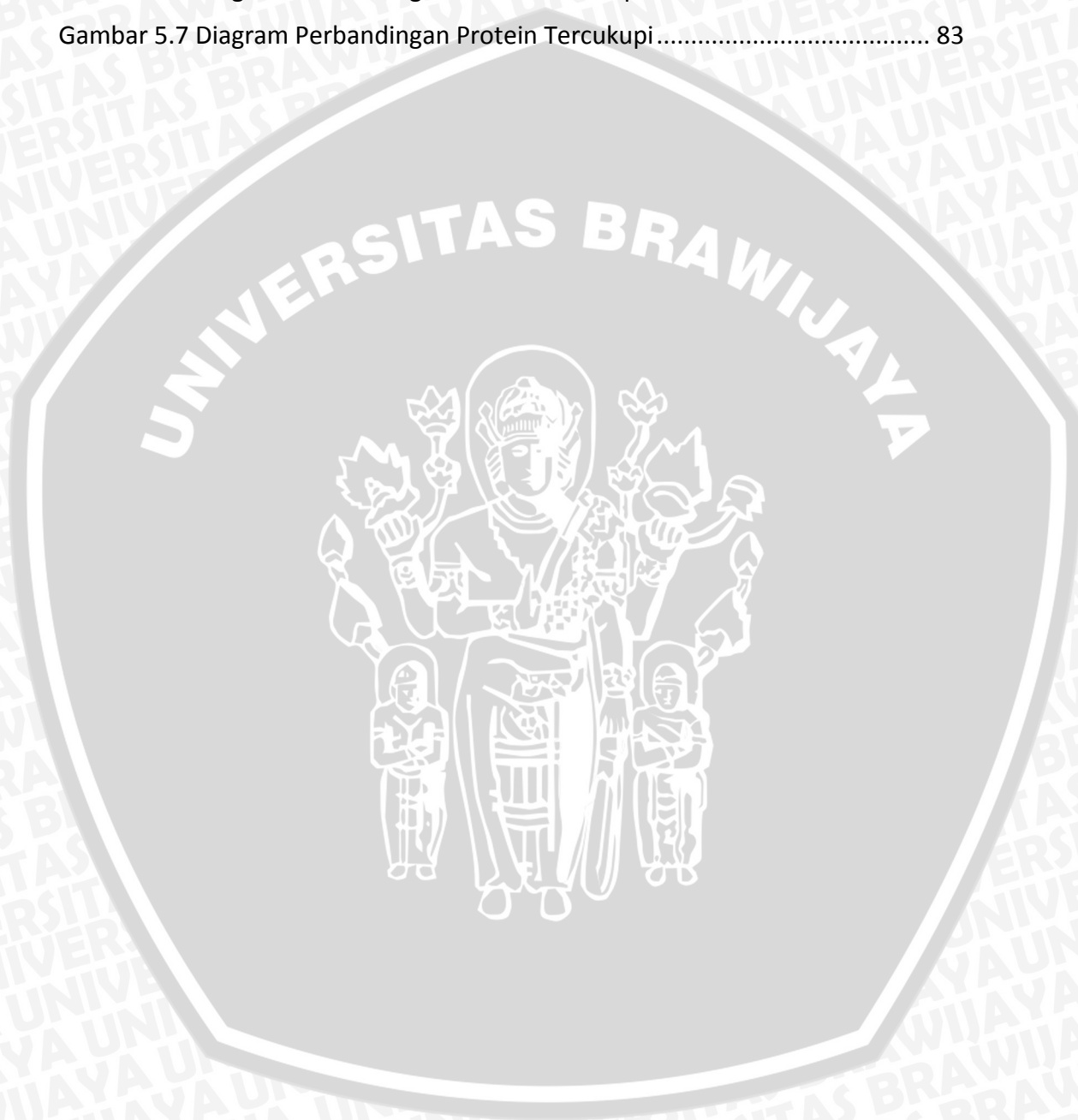
Tabel 5.17 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Menu Kasus 7	76
Tabel 5.18 Menu Kasus 8	77
Tabel 5.19 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Menu Kasus 8	78
Tabel 5.20 Menu Kasus 9	78
Tabel 5.21 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Menu Kasus 9	79
Tabel 5.22 Menu Kasus 10	80
Tabel 5.23 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Menu Kasus 10	81



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Whole Arithmetic Crossover</i> dengan $\alpha=0,6$	13
Gambar 2.2 <i>Uniform Mutation</i> dengan $k_1=2$, $k_2=3$, dan $k_3=7$	14
Gambar 3.1 Metode Penelitian.....	18
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Algoritma Genetika	20
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Generate Populasi Awal	21
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> Crossover	22
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> Proses Crossover	23
Gambar 3.6 <i>Flowchart</i> Mutasi	24
Gambar 3.7 <i>Flowchart</i> Perhitungan Penalti Tanpa Pembobotan Jenis Menu.....	25
Gambar 3.8 <i>Flowchart</i> Perhitungan Penalti dengan Pembobotan Jenis Menu ...	26
Gambar 3.9 <i>Flowchart</i> Penalti Harga	27
Gambar 3.10 <i>Flowchart</i> Perhitungan <i>Fitness</i>	28
Gambar 3.11 <i>Flowchart</i> Seleksi.....	28
Gambar 3.12 <i>Whole Arithmetic Crossover</i> K3 dan K4.....	31
Gambar 3.13 <i>Offspring (Child)</i> Hasil Mutasi	33
Gambar 3.14 Tampilan <i>Tab</i> Menu Utama	41
Gambar 3.15 Tampilan <i>Tab</i> Data dan Proses Algoritma Genetika	42
Gambar 3.16 Tampilan <i>Tab</i> Bahan Makanan.....	43
Gambar 4.1 Antarmuka Menu Utama	56
Gambar 4.2 Antarmuka Data dan Proses Algoritma Genetika	57
Gambar 4.3 Antarmuka Detail Kromosom Terbaik.....	57
Gambar 4.4 Antarmuka Data Makanan	58
Gambar 4.5 Antarmuka Menyimpan Menu Makan.....	58
Gambar 4.6 Antarmuka Memanggil Menu Makan	59
Gambar 4.7 Antarmuka Mengatur Prioritas Gizi	59
Gambar 4.8 Antarmuka Mengatur Bobot Jenis Menu Makan.....	60
Gambar 4.9 Antarmuka Tambah Gizi Mikro	60
Gambar 4.10 Antarmuka Edit Gizi Mikro	61
Gambar 5.1 Grafik Hasil Uji Coba Banyaknya Generasi	63
Gambar 5.2 Grafik Hasil Uji Coba Ukuran Populasi	64

Gambar 5.3 Grafik Hasil Uji Coba Kombinasi P_c dan P_m	66
Gambar 5.4 Diagram Perbandingan Energi Tercukupi.....	82
Gambar 5.5 Diagram Perbandingan Karbohidrat Tercukupi	82
Gambar 5.6 Diagram Perbandingan Lemak Tercukupi	83
Gambar 5.7 Diagram Perbandingan Protein Tercukupi.....	83



DAFTAR SOURCE CODE

Source Code 4.1 Struktur Data	47
Source Code 4.2 Pengambilan Data Bahan Makanan	49
Source Code 4.3 Pembangkitan Populasi Awal	49
Source Code 4.4 Pemilihan Induk yang Mengalami <i>Crossover</i>	49
Source Code 4.5 Proses <i>Crossover</i>	50
Source Code 4.6 Proses Mutasi	50
Source Code 4.7 Penghitungan Penalti Tanpa Pembobotan Jenis Menu Makan .	52
Source Code 4.8 Penghitungan Penalti dengan Pembobotan Jenis Menu Makan	54
Source Code 4.9 Penghitungan <i>Fitness</i>	55
Source Code 4.10 Proses Seleksi	55
Source Code 4.11 Proses Pemilihan Kromosom Terbaik.....	56



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A DAFTAR BAHAN MAKANAN.....	88
LAMPIRAN B PERHITUNGAN MANUAL	91
LAMPIRAN C SURAT PERSETUJUAN MENJADI PAKAR	103



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ketika bahan makanan pokok naik, maka diikuti pula kenaikan harga bahan makanan lain (Marji dkk, 2013). Hal ini menyebabkan orang-orang yang sedang menjalani pengontrolan pemenuhan kebutuhan gizi harus mengeluarkan biaya lebih banyak untuk mencukupi kebutuhan gizinya. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, ada suatu cara yang dapat dilakukan. Yaitu, dengan mengganti atau mengkombinasikan bahan makanan yang mahal dengan bahan makanan yang murah. Karena, banyak bahan makanan yang murah namun mempunyai kandungan gizi yang sama dengan bahan makanan yang mahal. Dengan cara ini, orang-orang yang sedang melakukan pengontrolan pemenuhan kebutuhan gizinya tetap bisa mengeluarkan biaya dengan harga yang minimal, namun kebutuhan gizinya tetap terpenuhi. Pengontrolan pemenuhan kebutuhan gizi ini biasa dilakukan oleh orang yang menjalani diet khusus maupun diet normal (orang sehat). Diet khusus adalah diet yang diperlukan bagi penderita penyakit tertentu, seperti diabetes melitus, jantung, dan hati. Penderita penyakit diabetes melitus harus memperhatikan asupan karbohidrat dalam tubuh (Kompas, 2012), penderita penyakit jantung harus memperhatikan asupan lemak dalam tubuh (Kompas, 2013), dan penderita penyakit hati harus memperhatikan asupan protein yang masuk dalam tubuh (*New Manado Today*, 2015).

Pada penelitian Marji, Dian, dan Achmad (2013) menggunakan metode *random search* untuk kasus penelitian yang sama. Setelah sistem diuji, diketahui menunjukkan perbedaan takaran gram yang *cukup* signifikan. Artinya, sistem belum mampu menentukan takaran gram yang tepat berdasarkan parameter tertentu dan *margin error* yang disepakati. Selain itu, ada beberapa kekurangan yang perlu diperbaiki seperti tidak adanya fitur untuk menambah daftar bahan makanan dan tidak adanya fitur untuk mengubah harga bahan makanan. Pada penelitian tahun berikutnya (2014), sistem diuji coba sehingga dapat dijalankan pada *mobile* dan sekaligus memperbaiki kekurangan yang ada pada penelitian tahun sebelumnya. Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan PC, ketika dijalankan di *mobile* perlu dilakukan *running* beberapa kali baru kemudian didapat hasilnya. Pada penelitiannya yang kedua itu pula, peneliti tersebut berharap supaya penelitiannya dapat dikembangkan lebih lanjut seperti dengan mengganti metode optimasinya dengan algoritma genetika yang diharapkan bisa menghasilkan solusi optimasi yang lebih baik.

Berdasarkan penelitian tersebut dan kebutuhan akan perlunya pemenuhan kebutuhan gizi bagi pasien diet khusus dengan tetap meminimalkan biaya yang dikeluarkan, maka diperlukan suatu sistem cerdas yang dapat menjawab permasalahan yang kemudian akan dikembangkan dalam penelitian ini. Pada penelitian ini, akan digunakan algoritma genetika untuk membantu menyelesaikan masalah. Algoritma genetika sering digunakan dalam masalah

optimasi dan mempunyai kelebihan dalam hal menghasilkan solusi yang baik untuk masalah yang rumit (Mahmudy, 2013a). Representasi kromosom yang akan digunakan pada penelitian ini adalah representasi kromosom dengan bilangan *real*. Untuk implementasinya sendiri akan diimplementasikan untuk penggunaan melalui PC atau berbasis *desktop*.

Diharapkan penggunaan algoritma genetika sebagai metode pemecahan masalah pada kasus optimasi asupan gizi pasien diet khusus dengan biaya minimal dapat menghasilkan solusi yang lebih baik dan mampu menjawab kebutuhan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan dijadikan objek penelitian, yaitu:

1. Bagaimana bentuk kromosom yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi asupan gizi pada pasien diet khusus dengan biaya minimal.
2. Bagaimana pengaruh parameter algoritma genetika (jumlah generasi, jumlah populasi, probabilitas *crossover*, dan probabilitas mutasi) terhadap hasil dari optimasi asupan gizi pada pasien diet khusus dengan biaya minimal.
3. Bagaimana perbandingan hasil konsultasi menu gizi yang dilakukan secara manual oleh ahli gizi dengan pengujian pada kasus yang sama dari sistem.
4. Bagaimana hasil dari sistem jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan metode *random search*.

1.3 Batasan Masalah

Dari permasalahan pada uraian latar belakang masalah, berikut ini diberikan batasan masalah untuk menghindari melebarnya masalah yang akan diselesaikan:

1. Pasien diet khusus yang dimaksud adalah penderita penyakit diabetes melitus, penyakit jantung tipe III dan IV, serta penyakit hati tipe III dan IV.
2. Gizi hanya meliputi energi, karbohidrat, lemak, dan protein (zat gizi makro).
3. Bahan makanan yang digunakan diambil dari Daftar Komposisi Bahan Makanan (DKBM) Indonesia yang diterbitkan oleh Depkes 2005 yang telah disesuaikan dengan masing-masing jenis penyakit.
4. Harga yang digunakan adalah harga umum bahan makanan di Kota Blitar pada Mei 2015.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan bentuk kromosom yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi asupan gizi pasien diet khusus dengan biaya minimal.
2. Mengukur dan mengetahui pengaruh parameter algoritma genetika (banyak generasi, ukuran populasi, probabilitas *crossover*, dan probabilitas mutasi) terhadap hasil dari optimasi asupan gizi pasien diet khusus dengan biaya minimal.
3. Mengetahui perbandingan hasil konsultasi menu gizi yang dilakukan secara manual oleh ahli gizi dengan pengujian pada kasus yang sama dari sistem.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat yang baik dan berguna bagi pembaca dan penulis. Adapun manfaat yang diharapkan adalah sebagai berikut:

Bagi Pembaca:

- Mendapatkan pengetahuan dan wawasan tentang gizi bagi penderita penyakit diabetes melitus, jantung, hati dan bagi orang sehat.
- Mendapatkan pengetahuan dan wawasan akan bagaimana penerapan algoritma genetika dalam menyelesaikan permasalahan optimasi asupan gizi pasien diet khusus dengan biaya minimal.

Bagi Penulis:

- Sebagai media untuk pengimplementasian ilmu pengetahuan teknologi khususnya di bidang algoritma evolusi.
- Mendapatkan pengetahuan dan wawasan tentang gizi bagi penderita penyakit diabetes melitus, jantung, hati dan bagi orang sehat.
- Mendapatkan pengetahuan dan wawasan akan bagaimana penerapan algoritma genetika dalam menyelesaikan permasalahan optimasi asupan gizi pasien diet khusus dengan biaya minimal.

1.6 Metodologi Penelitian

Untuk mencapai tujuan yang dirumuskan sebelumnya, maka metodologi yang digunakan dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

a. Studi Literatur

Tahap ini mempelajari teori yang berhubungan dengan perhitungan gizi pada pasien diet khusus dan algoritma genetika.

b. Pendefinisian dan Analisis Masalah

Tahap ini mendefinisikan dan menganalisis masalah untuk memperoleh solusi yang tepat.

c. Perancangan dan Implementasi Sistem

Tahap ini membuat perancangan perangkat lunak dan mengimplementasikan hasilnya untuk membuat perangkat lunak tersebut.

d. Uji Coba dan Analisis Hasil Implementasi

Tahap ini menguji coba perangkat lunak yang dihasilkan dan menganalisa hasil dari implementasi perangkat lunak tersebut apakah telah sesuai dengan tujuan yang dirumuskan sebelumnya, untuk kemudian dievaluasi dan disempurnakan.

1.7 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan tugas akhir ini dibagi menjadi enam bab dengan masing-masing bab diuraikan sebagai berikut:

BAB 1: Pendahuluan

Bab ini menguraikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika pembahasan.

BAB 2: Kajian Pustaka dan Dasar Teori

Bab ini menguraikan tentang dasar teori dan referensi yang mendasari proses perancangan dan implementasi dari sistem.

BAB 3: Metodologi Penelitian dan Perancangan

Bab ini menguraikan tentang metodologi penelitian dan langkah kerja yang dilakukan dalam proses perancangan dan implementasi sistem.

BAB 4: Implementasi

Bab ini membahas implementasi berdasarkan hasil dari metodologi penelitian dan perancangan sistem.

BAB 5: Pengujian dan Analisis

Bab ini membahas dan menguraikan hasil pengujian terhadap sistem yang telah dibuat.

BAB 6: Penutup

Bab ini memuat kesimpulan yang diperoleh dari pembuatan dan pengujian sistem yang dikembangkan serta saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut.

BAB 2 KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Penelitian Menggunakan Metode *Random Search*

Pada tahun 2013, Marji, Dian, dan Achmad (Marji dkk, 2013) melakukan sebuah penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pakar untuk Pemenuhan Kebutuhan Gizi Pasien Diet Khusus dengan Biaya Minimal”. Penelitian tersebut berangkat dari masalah kenaikan harga bahan makanan pokok yang mengakibatkan kenaikan harga bahan makanan lain. Hal ini membuat pasien yang sedang menjalani pengontrolan pemenuhan kebutuhan gizi harus mengeluarkan biaya lebih untuk mencukupi kebutuhan gizinya. Untuk mengatasi hal ini, dapat diselesaikan dengan mengganti atau mengkombinasikan bahan makanan yang mahal dengan bahan makanan yang murah. Karena, banyak bahan makanan yang murah namun mempunyai kandungan gizi yang sama dengan bahan makanan yang mahal. Dengan cara ini, orang-orang yang sedang melakukan pengontrolan pemenuhan kebutuhan gizinya tetap bisa mengeluarkan biaya dengan harga yang minimal, namun kebutuhan gizinya tetap terpenuhi. Pasien diet khusus tersebut adalah penderita penyakit diabetes melitus, jantung, hati, dan juga orang sehat. Metode yang digunakan untuk menentukan berat bahan makanan berdasarkan data pasien, komposisi bahan makanan, dan batasan biaya yang dimasukkan pengguna adalah metode *random search*. Strategi daripada teknik *Random Search* adalah sederhana, yaitu mencoba terus kandidat daripada solusi-solusi baru sambil tetap mempertahankan solusi yang terbaik sampai waktu yang tersedia untuk simulasi habis. Suatu alternatif solusi merupakan vektor yang dibentuk dari semua variabel-variabel keputusan yang terkandung dalam model optimasi (Soetopo, 2004). Menurut peneliti tersebut, ada beberapa kekurangan yang perlu diperbaiki seperti tidak adanya fitur untuk menambah daftar bahan makanan dan tidak adanya fitur untuk mengubah harga bahan makanan.

Pada penelitian tahun berikutnya (Marji dkk, 2014), sistem diuji coba sehingga dapat dijalankan pada *mobile* dan sekaligus memperbaiki kekurangan yang ada pada penelitian tahun sebelumnya. Untuk mengetahui bagaimana hasil kinerja sistem yang telah dibuat, dilakukan pengujian terhadap 10 studi kasus dan pengujian dengan mengubah total anggaran. Hasil dari pengujian terhadap 10 studi kasus diketahui kebutuhan energi yang berhasil tercukupi adalah 6 studi kasus, karbohidrat 2 studi kasus, lemak 0 studi kasus, dan protein 3 studi kasus dengan batas anggaran adalah Rp 40.000. Sedangkan hasil dari pengujian mengubah total anggaran diketahui sistem memberikan kombinasi berat bahan makanan yang berbeda mengacu pada total anggaran yang ditentukan. Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan PC, ketika dijalankan di *mobile* perlu dilakukan *running* beberapa kali baru kemudian didapat hasilnya. Pada penelitiannya yang kedua itu pula, peneliti tersebut berharap supaya penelitiannya dapat dikembangkan lebih lanjut seperti dengan mengganti metode optimasinya dengan algoritma genetika yang diharapkan bisa menghasilkan solusi optimasi yang lebih baik.

2.2 Diet pada Penderita Penyakit Diabetes Melitus

Diabetes melitus adalah kumpulan gejala yang timbul pada seseorang yang mengalami peningkatan kadar gula (glukosa) darah akibat kekurangan hormon insulin secara absolut atau relatif (Almatsier, 2004a). Ada dua jenis diabetes melitus, yaitu Tipe I – IDDM (*Insulin Dependent Diabetes Mellitus*) dan Tipe II – NIDDM (*Non-Insulin Dependent Diabetes Mellitus*). Pada Tipe I, merupakan diabetes melitus yang terjadi sejak anak-anak atau merupakan faktor keturunan, sedangkan Tipe II merupakan diabetes melitus yang terjadi ketika usia dewasa dan terjadi karena pola makan yang kurang atau bahkan tidak baik (Diehl, 1992).

Diet merupakan dasar utama pengobatan diabetes melitus. Tujuan dari diet ini adalah untuk memperbaiki kebiasaan makan untuk mendapatkan kontrol metabolik yang lebih baik dengan cara mempertahankan kadar glukosa dalam darah. Diet yang digunakan akan dikontrol berdasarkan kandungan energi, karbohidrat, lemak, dan protein.

2.3 Diet pada Penderita Penyakit Jantung

Penyakit jantung terjadi akibat proses berkelanjutan, di mana jantung secara berangsur kehilangan kemampuannya untuk melakukan fungsi secara normal (Almatsier, 2004a). Pada awal penyakit, jantung mampu mengkompensasi ketidakefisienan fungsinya dan mempertahankan sirkulasi darah normal melalui pembesaran dan peningkatan denyut nadi (*Compensated Heart Disease*). Dalam keadaan tidak terkompensasi (*Decompensatio Cordis*), sirkulasi darah yang tidak normal menyebabkan sesak napas (*dyspnea*), rasa lelah dan rasa sakit di daerah jantung. Berkurangnya aliran darah dapat menyebabkan kelainan pada fungsi ginjal, hati, otak, serta tekanan darah.

Ada 4 jenis diet bagi penderita penyakit jantung, yaitu diet jantung I, II, III, dan IV (Almatsier, 2004a). Diet jantung I untuk pasien penyakit jantung akut. Diet tersebut diberikan dalam bentuk makanan cair. Diet ini sangat rendah energi dan semua zat gizi, sehingga sebaiknya diberikan selama 1-3 hari. Diet jantung II untuk pasien setelah fase akut dapat diatasi atau diberikan sebagai perpindahan dari diet jantung I. Diet tersebut diberikan dalam bentuk makanan saring atau lunak. Diet ini rendah energi, protein, kalsium, dan tiamin. Diet jantung III untuk pasien jantung dengan kondisi yang tidak terlalu berat atau diberikan sebagai perpindahan dari diet jantung II. Diet tersebut diberikan dalam bentuk makanan lunak atau biasa. Diet jantung IV untuk pasien jantung dengan keadaan ringan atau diberikan sebagai perpindahan dari diet jantung III. Diet tersebut diberikan dalam bentuk makanan biasa.

2.4 Diet pada Penderita Penyakit Hati

Hati merupakan salah satu alat tubuh penting yang berperan dalam metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein (Almatsier, 2004a). Kelainan atau

kerusakan pada hati berpengaruh terhadap fungsi saluran cerna dan penggunaan makanan dalam tubuh sehingga sering menyebabkan gangguan gizi.

Dua jenis penyakit hati yang sering ditemukan adalah Hepatitis dan Sirosis Hati (Almatsier, 2004a). Hepatitis adalah peradangan hati yang disebabkan oleh keracunan toksin tertentu atau karena infeksi virus. Penyakit ini disertai anoreksia, demam, rasa mual dan muntah, serta *jaundice* (kuning). Hepatitis dapat bersifat akut atau kronis. Sirosis hati adalah kerusakan hati yang menetap, disebabkan oleh Hepatitis Kronis, alkohol, penyumbatan saluran empedu, dan berbagai kelainan metabolisme. Jaringan hati secara merata rusak akibat pengerutan dan pengerasan (fibrotik) sehingga fungsinya terganggu. Gejalanya yaitu kelelahan, kehilangan berat badan, penurunan daya tahan tubuh, gangguan pencernaan, dan *jaundice* (penyakit kuning).

Ada 4 jenis diet untuk penyakit hati, yaitu diet hati I, II, III, dan IV (Bagian Gizi RSCM, 2002). Diet hati I untuk pasien dalam keadaan akut atau bila prekoma sudah dapat diatasi dan pasien sudah mempunyai nafsu makan. Diet ini diberikan dalam bentuk makanan lunak. Diet tersebut rendah energi, protein, kalsium, zat besi, dan tiamin. Oleh karena itu sebaiknya diberikan selama beberapa hari saja. Diet hati II diberikan bila keadaan akut atau prekoma sudah dapat diatasi dan penderita sudah mulai mempunyai nafsu makan. Diet ini diberikan dalam bentuk cincang atau lunak. Diet tersebut rendah kalori, kalsium, besi, dan thiamin. Oleh karena itu sebaiknya diberikan selama beberapa hari saja. Diet hati III untuk pasien yang nafsu makannya cukup atau diberikan sebagai perpindahan dari diet hati II. Diet ini diberikan dalam bentuk makanan lunak atau biasa. Diet hati IV untuk pasien hepatitis akut dan sirosis hati yang nafsu makannya telah baik, telah dapat menerima protein, tidak menunjukkan gejala sirosis hati aktif atau diberikan sebagai perpindahan dari diet hati III. Diet ini diberikan dalam bentuk makanan lunak atau biasa.

2.5 Diet pada Orang Sehat

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

2.6 Gizi

Gizi merupakan zat makanan yang diperlukan bagi pertumbuhan dan kesehatan. Zat gizi dapat diperoleh dari makanan yang berbahan nabati maupun hewani yang masuk ke dalam tubuh.

Gizi terbagi menjadi dua berdasarkan jumlah yang diperlukan oleh tubuh, yaitu zat gizi makro dan zat gizi mikro. Zat gizi yang termasuk dalam kelompok makro adalah zat gizi yang dibutuhkan dalam jumlah besar dengan satuan gram

seperti karbohidrat, protein, dan lemak. Sedangkan zat gizi mikro adalah zat gizi yang dibutuhkan dalam jumlah kecil atau sedikit tetapi ada dalam makanan seperti mineral dan vitamin. Zat gizi mikro menggunakan satuan mg (mili gram) untuk sebagian besar mineral dan vitamin.

2.6.1 Energi

Energi merupakan salah satu hasil metabolisme karbohidrat, protein, dan lemak (*Institute of Medicine*, 2005). Energi berfungsi sebagai zat tenaga untuk metabolisme, pertumbuhan, pengaturan suhu, dan kegiatan fisik. Pangan sumber energi adalah pangan sumber karbohidrat, lemak, dan protein. Berbagai faktor yang mempengaruhi kecukupan energi diantaranya berat badan, tinggi badan, pertumbuhan dan perkembangan (usia), serta jenis kelamin.

Kekurangan energi pada manusia akan membawa pengaruh yang tidak baik bagi tubuh. Kekurangan energi dapat menyebabkan penghambatan pertumbuhan bagi anak-anak serta menyebabkan kerusakan jaringan tubuh bagi orang dewasa. Kekurangan energi ini terjadi ketika konsumsi energi melalui makanan kurang dari energi yang dikeluarkan sehingga tubuh akan mengalami keseimbangan energi negatif yang berakibat berat badan kurang dari berat badan seharusnya.

Sama hal-nya dengan kekurangan energi, kelebihan energi pada manusia juga akan membawa pengaruh yang tidak baik bagi tubuh. Kelebihan energi dapat menyebabkan kegemukan pada manusia. Hal ini terjadi ketika konsumsi energi melalui makanan melebihi dari energi yang dikeluarkan, baik makanan dalam hal karbohidrat, lemak, protein, ataupun karena kurang bergerak. Kegemukan dapat menyebabkan gangguan dalam fungsi tubuh yang dapat memicu penyakit-penyakit seperti diabetes mellitus, jantung koroner, hati, kangker, dan dapat memperpendek harapan hidup (Almatsier, 2009).

2.6.2 Karbohidrat

Karbohidrat merupakan salah satu zat gizi makro yang berfungsi sebagai sumber energi utama bagi manusia, pengatur metabolisme lemak, penghemat fungsi protein, sumber energi utama bagi otak dan saraf, pemberi rasa manis pada makanan, membantu pengeluaran feses, membuat cadangan tenaga badan, memberikan rasa kenyang, simpanan sebagai glikogen (energi yang tersimpan dalam hati dan otot), dan pengatur peristaltik usus (Almatsier, 2009). Sumber pangan karbohidrat dapat berasal dari beras, jagung, oat, sereal, umbi-umbian, tepung, gula, madu, buah dengan kadar air rendah (seperti pisang, kurma), dan aneka produk turunannya. Sumber karbohidrat yang banyak dimakan sebagai makanan pokok di Indonesia adalah beras, jagung, ubi, singkong, talas, dan sagu (Almatsier, 2009).

2.6.3 Lemak

Lemak merupakan salah satu zat gizi makro yang berfungsi sebagai sumber penghasil energi, zat pembangun/pembentuk struktur tubuh, pengatur suhu tubuh, sebagai alat angkut vitamin larut lemak, menghemat protein, memberi rasa kenyang dan kelezatan, pelindung organ tubuh, sebagai cadangan tenaga, membangun sel-sel jaringan tubuh manusia, mengganti sel-sel tubuh yang rusak, untuk membuat air susu, enzim-enzim dan hormon-hormon, membuat protein darah, sebagai isolasi sehingga panas tubuh tidak banyak yang keluar, dan menjaga asam basa dari cairan tubuh (Almatsier, 2009). Sumber pangan lemak dapat berasal dari minyak, lemak/gajih, buah berlemak (avokad), biji berminyak (biji wijen, bunga matahari, dan kemiri), santan, cokelat, kacang-kacangan dengan kadar air rendah (kacang tanah dan kacang kedelai), dan aneka pangan produk turunannya.

2.6.4 Protein

Protein merupakan salah satu zat gizi makro yang berfungsi sebagai zat utama dalam pembentukan dan pertahanan tubuh, pemeliharaan jaringan tubuh, sebagai pengatur proses dalam tubuh, sebagai sumber energi, pembentukan ikatan-ikatan esensial tubuh, memelihara netralitas tubuh, mengangkut zat-zat gizi, sebagai komponen membran sel, berperan dalam pembekuan darah, dan penyusun matriks jaringan tulang dan gigi (Almatsier, 2009). Sumber pangan protein dapat berasal dari daging, ikan, telur, susu, dan aneka produk turunannya.

2.7 Angka Kebutuhan Gizi

Angka kebutuhan gizi (*Dietary Requirements*) adalah banyaknya zat-zat gizi yang dibutuhkan seseorang (individu) untuk mencapai dan mempertahankan status gizi adekuat (Almatsier, 2004b). Angka kebutuhan gizi berbeda dengan angka kecukupan gizi (AKG). Angka kecukupan gizi atau *Recommended Dietary Allowance* (RDA) adalah tingkat konsumsi zat-zat gizi esensial yang dinilai cukup untuk memenuhi kebutuhan gizi hampir semua orang sehat di suatu negara (Almatsier, 2004a). AKG digunakan sebagai standar untuk mencapai status gizi optimal bagi penduduk dalam hal penyediaan pangan secara nasional dan regional serta penilaian kecukupan gizi penduduk golongan masyarakat tertentu yang diperoleh dari konsumsi makanannya.

2.7.1 Kebutuhan Energi

Komponen utama yang menentukan kebutuhan energi adalah Angka Metabolisme Basal (AMB) atau *Basal Metabolic Rate* (BMR) dan aktivitas fisik (Almatsier, 2004b). AMB merupakan kebutuhan energi minimal yang dibutuhkan tubuh untuk menjalankan proses tubuh yang vital. Termasuk jumlah energi yang diperlukan untuk pernapasan, peredaran darah, pekerjaan ginjal, pankreas, dan lain-lain alat tubuh, serta untuk proses metabolisme di dalam sel-sel dan untuk mempertahankan suhu tubuh. Komponen lain adalah pengaruh termis makanan

atau *Specific Dynamic Action of Food* (SDA). Karena jumlahnya relatif kecil, komponen SDA dapat diabaikan. Penentuan kebutuhan energi dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut (Almatsier, 2004b):

$$kebEnergi = AMB \times AF \quad (2.1)$$

Keterangan:

AMB = Nilai AMB

AF = Nilai aktivitas fisik pasien

1. Menentukan nilai AMB

$$AMB \text{ (Laki - laki)} = 66 + (13,7 * BB) + (5 * TB) - (6,8 * U) \quad (2.2)$$

$$AMB \text{ (Perempuan)} = 655 + (9,6 * BB) + (1,8 * TB) - (4,7 * U) \quad (2.3)$$

Keterangan:

BB = Berat Badan (kg)

TB = Tinggi Badan (cm)

U = Usia (tahun)

2. Menentukan kebutuhan energi untuk aktivitas fisik

Aktivitas fisik dapat dibagi dalam empat golongan, yaitu sangat ringan, ringan, sedang, dan berat. Kebutuhan energi untuk berbagai aktivitas fisik dapat dinyatakan dalam kelipatan AMB (Tabel 2.1).

Tabel 2.1 Cara menaksir kebutuhan energi menurut aktivitas dengan menggunakan kelipatan AMB

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

Sumber: Almatsier, 2004, *Penuntun Diet*

2.7.2 Kebutuhan Karbohidrat, Lemak, dan Protein

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

2.8 Algoritma Genetika

Algoritma genetika merupakan salah satu tipe dari algoritma evolusi yang paling terkenal. Algoritma ini biasa digunakan untuk memecahkan masalah optimasi yang model matematikanya kompleks atau bahkan sulit dibangun (Mahmudy, 2013a). Algoritma ini mengadaptasi istilah dalam proses genetika yang

ada dalam makhluk hidup yaitu seleksi alam (Gen, 2000). Oleh karena itu, istilah yang digunakan dalam algoritma genetika banyak diadopsi dari proses tersebut.

2.8.1 Parameter Algoritma Genetika

Menurut Juniawati (2003) ada 4 parameter pada algoritma genetika, yaitu:

- Ukuran Populasi (*popSize*)
Ukuran populasi merupakan jumlah kromosom yang ada pada populasi. Semakin besar *popSize*, semakin beragam bentuk kromosom yang ditawarkan.
- Jumlah Generasi
Jumlah generasi merupakan banyak iterasi yang dilakukan terhadap proses evaluasi dari setiap populasi. Jumlah generasi yang tepat harus diperhitungkan dalam melakukan proses optimasi menggunakan algoritma genetika.
- Probabilitas *Crossover* (P_c) dan Probabilitas Mutasi (P_m)
Dalam proses *crossover* dan mutasi, jumlah populasi akan sangat mempengaruhi hasil. Jika jumlah populasi kecil, maka akan menyebabkan suatu kromosom dengan gen-gen yang mengarah pada solusi akan cepat menyebar ke kromosom-kromosom yang lain. Menurut Suyanto (2005) untuk mengatasi permasalahan tersebut, digunakan suatu aturan bahwa proses *crossover* hanya dapat dilakukan dengan suatu probabilitas tertentu, artinya *crossover* hanya dapat dilakukan dengan membangkitkan bilangan *random* [0..1] dan nilai bangkitan *random* adalah kurang dari nilai P_c yang telah ditentukan. Demikian juga pada mutasi, nilai bangkitan *random* adalah kurang dari nilai P_m yang telah ditentukan.

2.8.2 Komponen Utama Algoritma Genetika

Ada beberapa komponen utama dalam algoritma genetika. Berikut adalah komponen-komponen utama tersebut:

2.8.2.1 Inisialisasi Kromosom

Inisialisasi kromosom merupakan sebuah proses untuk menentukan jumlah populasi (*popSize*) dan panjang setiap kromosom. Populasi terdiri dari sejumlah kromosom. Kromosom tersebut mempunyai panjang yang dihitung berdasarkan presisi variabel solusi yang kita cari (Mahmudy, 2013a). Pada penelitian ini, panjang kromosom adalah sesuai dengan banyak bahan makanan yang dimasukkan oleh user yang terdiri dari makan pagi, *snack* 1, makan siang, *snack* 2, dan makan sore.

2.8.2.2 Generate Populasi Awal

Setelah menginisialisasi kromosom, maka proses selanjutnya adalah *generate* populasi awal. Yaitu, proses memberi nilai pada gen dari setiap individu kromosom. Proses pemberian nilai ini bisa dilakukan dengan menggunakan teknik

tertentu. *Random generator* merupakan salah satu teknik untuk memberikan nilai tersebut.

2.8.2.3 Representasi Kromosom

Representasi kromosom merupakan salah satu hal penting dalam algoritma genetika. Penentuan representasi kromosom yang sesuai akan sangat mempengaruhi kualitas solusi yang dihasilkan oleh algoritma genetika (Mahmudy dkk, 2013b). Menurut Guz Eiben dan Jim Smith (2003) ada beberapa jenis representasi kromosom, yaitu representasi biner, *integer*, *real*, dan permutasi.

Pada penelitian ini, penulis akan menggunakan representasi *real* pada interval [0..1]. Dalam representasi *real*, setiap gen bernilai *floating point* (desimal). Dimana, bilangan itu merepresentasikan berat dari suatu bahan makanan. Contoh representasi kromosom berjenis *real* dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Contoh Representasi Kromosom *Real*

Krom	<i>stringLen</i>	Gen								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	9	0,62	0,91	0,66	0,54	0,89	0,86	0,58	0,62	0,61
2	6	0,16	0,94	0,47	0,26	0,37	0,88			
3	9	0,91	0,34	0,44	0,07	0,72	0,63	0,61	0,14	0,38
4	9	0,62	0,84	0,76	0,28	0,08	0,80	0,35	0,07	0,12
5	6	0,94	0,60	0,37	0,26	0,90	0,84			

2.8.2.4 Crossover

Proses *crossover* (perkawinan silang) bertujuan untuk menghasilkan keturunan baru yang melibatkan pertukaran gen dari dua buah induk. Proses *crossover* dilakukan dengan membangkitkan bilangan *random* [0..1] sejumlah kromosom yang telah dibangkitkan. Jika bilangan *random* kurang dari probabilitas *crossover* (P_c), maka kromosom tersebut akan dipasangkan dengan kromosom lain yang juga terpilih dilakukan *crossover*. Semakin tinggi nilai P_c maka akan semakin besar kemungkinan dilakukan kawin silang (Setiawan, 2003).

Pada representasi kromosom *real* yang memuat nilai *floating point*, ada beberapa teknik *crossover* yang dapat dipilih. Diantaranya adalah *single arithmetic crossover*, *simple arithmetic crossover*, dan *whole arithmetic crossover* (Gen, 2000). Pada penelitian ini, penulis akan menggunakan *whole arithmetic crossover* sebagai teknik *crossover*. Adapun susunan gen kromosom anak (*child*) dengan menggunakan *whole arithmetic crossover* dapat dilihat pada Persamaan (2.4) dan Persamaan (2.5).

$$c_1 = \bar{y} \cdot \alpha + \bar{x} \cdot (1 - \alpha) \quad (2.4)$$

$$c_2 = \bar{x} \cdot \alpha + \bar{y} \cdot (1 - \alpha) \quad (2.5)$$

Keterangan:

x = parent 1

$y = \text{parent 2}$

$c_1 = \text{child 1}$

$c_2 = \text{child 2}$

$\alpha = \text{nilai alpha pada interval [0..1] yang ditentukan oleh pengguna}$

0,87	0,31	0,5	0,27	0,6	0,34	Parent 1
0,44	0,26	0,04	0,3	0,93	0,09	Parent 2
0,61	0,28	0,22	0,29	0,8	0,19	Child 1
0,7	0,29	0,32	0,28	0,73	0,24	Child 2

Gambar 2.1 Whole Arithmetic Crossover dengan $\alpha=0,6$

Keterangan:

$$c_1 \text{ gen-1} = y_1 \times \alpha + x_1 \times (1 - \alpha) = 0,44 \times 0,6 + 0,87 \times 0,4 = 0,61$$

$$c_1 \text{ gen-2} = y_2 \times \alpha + x_2 \times (1 - \alpha) = 0,26 \times 0,6 + 0,31 \times 0,4 = 0,28$$

$$c_1 \text{ gen-3} = y_3 \times \alpha + x_3 \times (1 - \alpha) = 0,04 \times 0,6 + 0,5 \times 0,4 = 0,22$$

$$c_1 \text{ gen-4} = y_4 \times \alpha + x_4 \times (1 - \alpha) = 0,3 \times 0,6 + 0,27 \times 0,4 = 0,29$$

$$c_1 \text{ gen-5} = y_5 \times \alpha + x_5 \times (1 - \alpha) = 0,93 \times 0,6 + 0,6 \times 0,4 = 0,8$$

$$c_1 \text{ gen-6} = y_6 \times \alpha + x_6 \times (1 - \alpha) = 0,09 \times 0,6 + 0,34 \times 0,4 = 0,19$$

$$c_2 \text{ gen-1} = x_1 \times \alpha + y_1 \times (1 - \alpha) = 0,87 \times 0,6 + 0,44 \times 0,4 = 0,7$$

$$c_2 \text{ gen-2} = x_2 \times \alpha + y_2 \times (1 - \alpha) = 0,31 \times 0,6 + 0,26 \times 0,4 = 0,29$$

$$c_2 \text{ gen-3} = x_3 \times \alpha + y_3 \times (1 - \alpha) = 0,5 \times 0,6 + 0,04 \times 0,4 = 0,32$$

$$c_2 \text{ gen-4} = x_4 \times \alpha + y_4 \times (1 - \alpha) = 0,27 \times 0,6 + 0,3 \times 0,4 = 0,28$$

$$c_2 \text{ gen-5} = x_5 \times \alpha + y_5 \times (1 - \alpha) = 0,6 \times 0,6 + 0,93 \times 0,4 = 0,73$$

$$c_2 \text{ gen-6} = x_6 \times \alpha + y_6 \times (1 - \alpha) = 0,34 \times 0,6 + 0,09 \times 0,4 = 0,24$$

2.8.2.5 Mutasi

Proses mutasi bertujuan untuk menghasilkan keturunan baru yang melibatkan satu induk. Selain itu, juga berfungsi untuk menggantikan gen yang hilang dari proses seleksi serta menyediakan gen yang tidak ada dalam populasi awal. Oleh karena itu, mutasi akan meningkatkan variasi populasi (Kusumadewi, 2003).

Dalam representasi *real*, terdapat metode *uniform mutation*. Teknik ini dianalogikan sama dengan *random resetting* seperti pada representasi *integer* (Gen, 2000), yaitu dengan cara membangkitkan bilangan random pada gen-gen terpilih. Pemilihan gen yang akan mengalami mutasi dilakukan dengan membangkitkan bilangan *random* [0..1] sejumlah gen pada kromosom. Jika bilangan *random* kurang dari probabilitas mutasi (P_m), maka gen tersebut terkena mutasi. Semakin tinggi nilai P_m maka akan semakin besar kemungkinan banyak gen yang terpilih sehingga semakin besar pula induk yang mengalami mutasi dan menghasilkan keturunan baru. Adapun contoh mutasi dengan menggunakan *uniform mutation* dapat dilihat pada Gambar 2.2.

0,75	0,52	0,77	0,49	0,43	0,63	0,52	0,43	0,85	Parent
0,75	0,57	0,65	0,49	0,43	0,63	0,2	0,43	0,85	Child

Gambar 2.2 Uniform Mutation dengan $k_1=2$, $k_2=3$, dan $k_3=7$

2.8.2.6 Penalti Gizi

Penalti merupakan suatu bobot yang digunakan ketika individu melakukan pelanggaran terhadap aturan. Ada dua jenis penalti gizi yang akan digunakan pada penelitian ini, yaitu penalti gizi tanpa pembobotan jenis menu makan dan dengan pembobotan jenis menu makan.

Langkah pertama adalah menghitung berat bahan makanan sebenarnya berdasarkan nilai yang ada pada gen kromosom seperti yang dapat dilihat pada Persamaan (2.6).

$$berat = gen \times 350 \text{ g} \quad (2.6)$$

Keterangan:

berat = berat makanan sebenarnya

gen = nilai gen

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

$$eg = \frac{berat_i}{100} \times nilaiGiziEg_i \quad (2.7)$$

$$kb = \frac{berat_i}{100} \times nilaiGiziKb_i \quad (2.8)$$

$$lm = \frac{berat_i}{100} \times nilaiGiziLm_i \quad (2.9)$$

$$pt = \frac{berat_i}{100} \times nilaiGiziPt_i \quad (2.10)$$

Keterangan:

eg = jumlah kandungan energi

kb = jumlah kandungan karbohidrat

lm = jumlah kandungan lemak

pt = jumlah kandungan protein

i = gen ke-

berat = berat bahan makanan sebenarnya

nilaiGiziEg = nilai gizi energi bahan makanan per 100 g

nilaiGiziKb = nilai gizi karbohidrat bahan makanan per 100 g

nilaiGiziLm = nilai gizi lemak bahan makanan per 100 g

nilaiGiziPt = nilai gizi protein bahan makanan per 100 g

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

$$penaltiMenu_i = |(eg_i - (kebEnergi * BJM)) * PG_j| + |(kb_i - (kebKarbohidrat * BJM)) * PG_j| + |(lm_i - (kebLemak * BJM)) * PG_j| + |(pt_i - (kebProtein * BJM)) * PG_j| \quad (2.11)$$

Keterangan:

$penaltiMenu$ = nilai penalti per jenis menu makan

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

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

eg = jumlah kandungan energi per jenis menu makan

kb = jumlah kandungan karbohidrat per jenis menu makan

lm = jumlah kandungan lemak per jenis menu makan

pt = jumlah kandungan protein per jenis menu makan

$kebEnergi$ = nilai kebutuhan energi

$kebKarbohidrat$ = nilai kebutuhan karbohidrat

$kebLemak$ = nilai kebutuhan lemak

$kebProtein$ = nilai kebutuhan protein

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

PG = prioritas gizi [0..1] yang ditentukan oleh pengguna

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

$$penalti = penaltiMenu_{pg} + penaltiMenu_{sn1} + penaltiMenu_{si} + penaltiMenu_{sn2} + penaltiMenu_{sr} \quad (2.12)$$

Keterangan:

$penalti$ = nilai penalti

$penaltiMenu_{pg}$ = penalti makan pagi

$penaltiMenu_{sn1}$ = penalti $snack$ 1

$penaltiMenu_{si}$ = penalti makan siang

$penaltiMenu_{sn2}$ = penalti $snack$ 2

$penaltiMenu_{sr}$ = penalti makan sore

Jika jenis penalti gizi yang dipilih adalah tanpa pembobotan jenis menu makan, maka setelah menghitung kandungan gizi bahan makanan dilanjutkan dengan menghitung penalti menggunakan Persamaan (2.13).

$$penalti = (|eg - kebEnergi| * PG_j) + (|kb - kebKarbohidrat| * PG_j) + (|lm - kebLemak| * PG_j) + (|pt - kebProtein| * PG_j) \quad (2.13)$$

Keterangan:

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

$penalti$ = nilai penalti

eg = jumlah kandungan energi total

kb = jumlah kandungan karbohidrat total

lm = jumlah kandungan lemak total

pt = jumlah kandungan protein total

$kebEnergi$ = nilai kebutuhan energi

$kebKarbohidrat$ = nilai kebutuhan karbohidrat

$kebLemak$ = nilai kebutuhan lemak

$kebProtein$ = nilai kebutuhan protein

PG = nilai prioritas gizi [0..1] yang ditentukan oleh pengguna

2.8.2.7 Penalti Harga

Penalti harga berguna untuk memberikan bobot ketika individu melakukan suatu pelanggaran seperti total harga yang melebihi anggaran. Penghitungan penalti harga dilakukan menggunakan Persamaan (2.14) dan (2.15).

$$totHarga = \sum_{i=0}^n \frac{berat_i}{100} \times harga_i \quad (2.14)$$

Keterangan:

totHarga = totalHarga

i = gen ke-

n = jumlah gen

berat = berat bahan makanan sebenarnya

harga = harga bahan makanan per 100 g

$$penalti = \begin{cases} 0, & (totHarga - anggaran) < 0 \\ totHarga - anggaran, & (totHarga - anggaran) > 0 \end{cases} \quad (2.15)$$

Keterangan:

penalti = nilai hasil pembobotan

totHarga = total harga bahan makanan pada suatu kromosom

anggaran = anggaran bahan makanan (pagi, *snack* 1, siang, *snack* 2, dan sore)

2.8.2.8 Fitness

Nilai *fitness* adalah nilai yang menyatakan baik atau tidaknya suatu solusi (individu). Selain itu, nilai ini juga dijadikan acuan untuk mencapai nilai optimal dalam algoritma genetika (Basuki, 2003). Semakin besar *fitness* maka semakin baik kromosom tersebut untuk dijadikan calon solusi (Mahmudy, 2013a). Fungsi *fitness* pada penelitian ini adalah dengan cara memaksimalkan fungsi *f* dan meminimalkan fungsi *h*. Hal ini memiliki arti bahwa individu yang memiliki *fitness* tinggi adalah individu yang mampu bertahan hidup dalam sebuah populasi. Secara matematis, fungsi tersebut dituliskan dalam Persamaan (2.16).

$$f = \frac{1}{(h+a)} \quad (2.16)$$

Keterangan:

h = Sebuah fungsi (Persamaan 2.17)

a = Bilangan kecil yang bervariasi sesuai dengan permasalahan yang akan diselesaikan dimana pada penelitian ini adalah 1

$$h = penaltiGizi + penaltiHarga \quad (2.17)$$

Keterangan:

penaltiGizi = Nilai penalti gizi

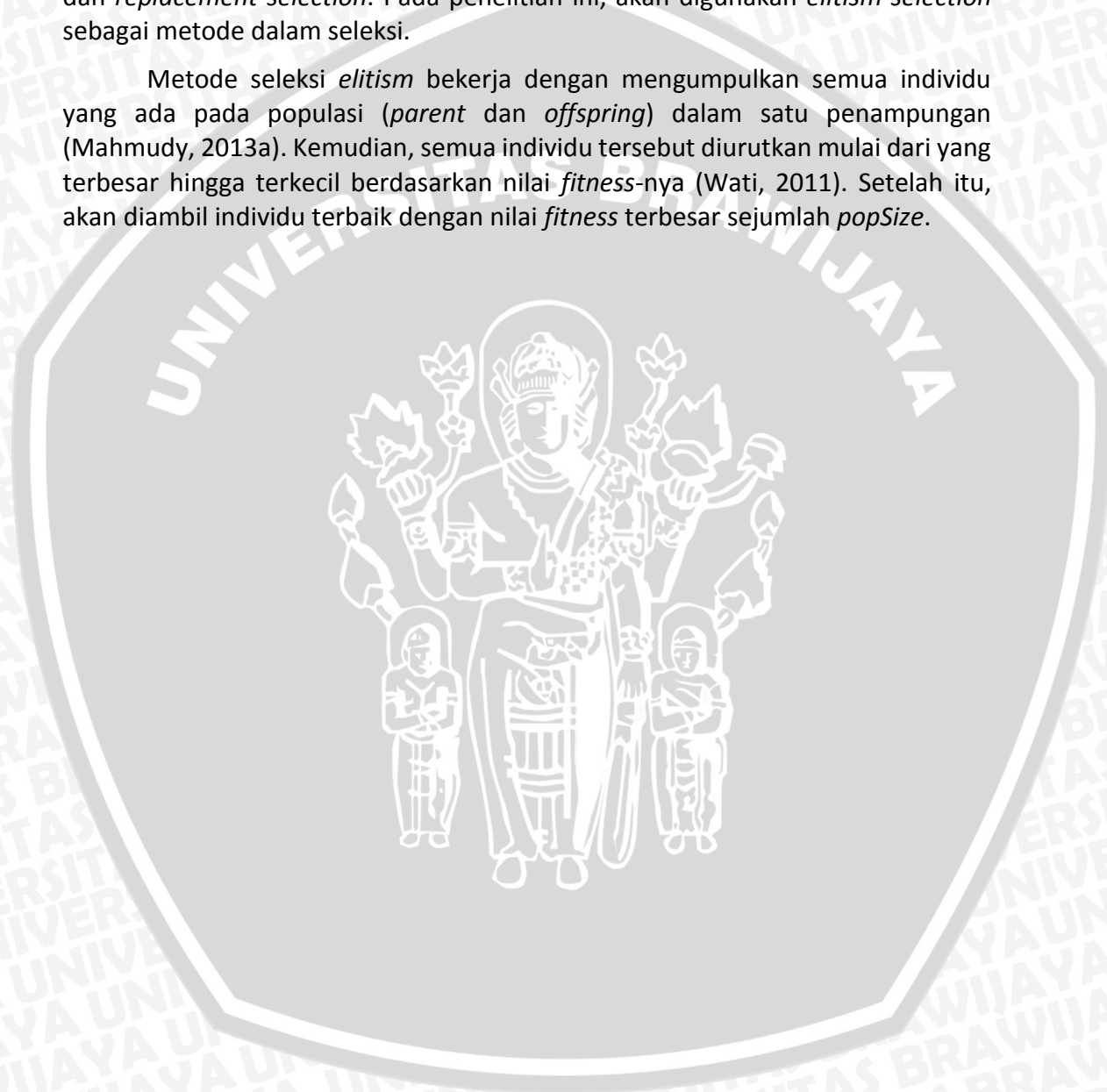
penaltiHarga = Nilai penalti harga

2.8.2.9 Seleksi

Setiap kromosom yang terdapat dalam populasi baik induk maupun keturunannya yang didapat dari proses reproduksi (*crossover* dan *mutasi*) akan

melalui proses seleksi untuk dipilih menjadi *parent* bagi generasi berikutnya. Seleksi akan dilakukan dengan cara mengambil kromosom sejumlah populasi awal. Kromosom yang dipilih berdasarkan pada metode seleksi yang dipilih. Menurut Kusumadewi (2003), ada beberapa metode dalam seleksi. Diantaranya, *tournament selection*, *roulette wheel selection*, *rank based fitness selection*, *truncation selection*, seleksi lokal, dan *stochastic universal sampling*. Selain itu, ada pula metode seleksi yang lain seperti *elitism selection* (*rank based fitness selection*) dan *replacement selection*. Pada penelitian ini, akan digunakan *elitism selection* sebagai metode dalam seleksi.

Metode seleksi *elitism* bekerja dengan mengumpulkan semua individu yang ada pada populasi (*parent* dan *offspring*) dalam satu penampungan (Mahmudy, 2013a). Kemudian, semua individu tersebut diurutkan mulai dari yang terbesar hingga terkecil berdasarkan nilai *fitness*-nya (Wati, 2011). Setelah itu, akan diambil individu terbaik dengan nilai *fitness* terbesar sejumlah *popSize*.

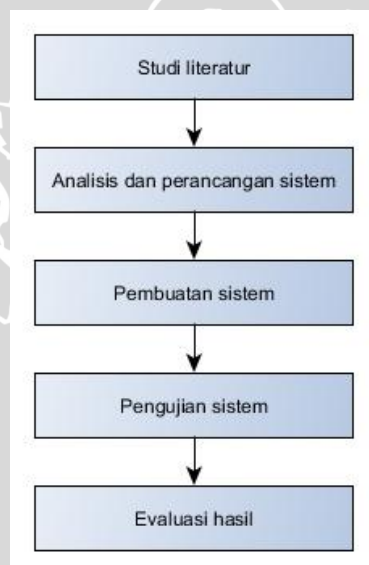


BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN DAN PERANCANGAN

Pada bab metodologi penelitian dan perancangan ini akan dibahas langkah-langkah yang digunakan dalam pembuatan sistem optimasi asupan gizi pada pasien diet khusus dengan biaya minimal menggunakan algoritma genetika. Langkah-langkah pembuatan sistem adalah sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur mengenai diet pada penderita penyakit diabetes melitus, jantung, hati, dan pada orang sehat, serta mengenai algoritma genetika.
2. Menganalisa dan merancang sistem.
3. Membuat sistem berdasarkan analisa dan perancangan yang dilakukan.
4. Melakukan uji coba terhadap sistem.
5. Melakukan evaluasi (analisa) hasil yang diperoleh dari uji coba terhadap sistem.

Diagram langkah-langkah pembuatan sistem dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Metode Penelitian

3.1 Analisa Kebutuhan Sistem

Analisa kebutuhan sistem merupakan tahap menganalisis segala hal yang dibutuhkan untuk menjalankan sistem, sehingga sistem dapat berjalan secara optimal. Analisa kebutuhan sistem ada dua macam yaitu deskripsi umum sistem dan data yang digunakan.

3.1.1 Deskripsi Umum Sistem

Sistem yang akan dibangun dalam penelitian ini merupakan sebuah sistem yang mengimplementasikan algoritma genetika dalam permasalahan optimasi asupan gizi untuk diet pada penderita penyakit diabetes melitus, jantung, hati, dan

pada orang sehat. Algoritma genetika diharapkan dapat menentukan solusi optimal yaitu berat bahan makanan yang memiliki jumlah asupan gizi yang dibutuhkan dengan harga minimal.

3.1.2 Data yang Digunakan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Data DKBM (Daftar Komposisi Bahan Makanan) Indonesia yang dikeluarkan oleh Depkes dan telah disesuaikan untuk masing-masing jenis diet.
2. Data harga bahan makanan didapatkan dengan melakukan *survey* ke beberapa tempat yang menjual bahan makanan di Kota Blitar pada Mei - Juni 2015.

3.2 Perancangan Sistem

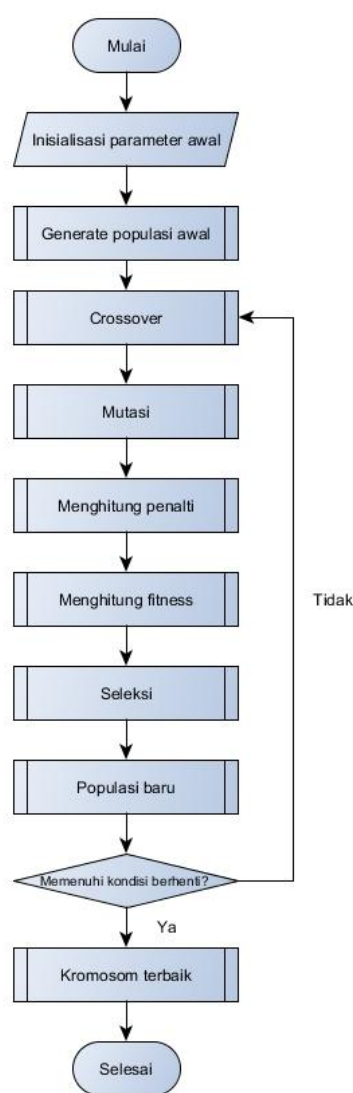
Berdasarkan analisa kebutuhan sistem yang telah dilakukan, maka pada subbab ini akan dibahas mengenai proses-proses yang terjadi dalam sistem ini. Proses-proses yang dimaksud adalah tahapan-tahapan yang ada pada metode algoritma genetika. Selain itu akan dijelaskan pula perancangan *user interface* sistem yang akan dibuat.

3.2.1 Proses-proses pada Algoritma Genetika

Proses optimasi dengan menggunakan algoritma genetika adalah sebagai berikut:

1. Inisialisasi parameter awal, yaitu:
 - a. Parameter gizi
 - b. Parameter algoritma genetika
2. *Generate* populasi awal sebanyak *popSize* yang telah ditentukan.
3. Membuat populasi baru dengan langkah sebagai berikut:
 - Melakukan proses *crossover* pada *parent* yang terpilih berdasarkan P_c yang telah ditentukan.
 - Melakukan proses mutasi pada gen yang terpilih berdasarkan P_m yang telah ditentukan.
 - Menghitung nilai penalti untuk masing-masing kromosom.
 - Menghitung nilai *fitness* untuk masing-masing kromosom berdasarkan nilai penalti yang telah diperoleh.
 - Seleksi dengan menggunakan metode *elitism* untuk menentukan individu pada proses berikutnya.
 - Proses populasi baru yaitu dengan memilih individu sebanyak *popSize* setelah menggabungkan individu *parent* dan *child* yang akan menjadi populasi baru untuk generasi berikutnya.
4. Jika kondisi akhir terpenuhi, berhenti dan hasilnya adalah kromosom terbaik dari seluruh generasi.

Flowchart proses algoritma genetika dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut:



Gambar 3.2 Flowchart Algoritma Genetika

Berdasarkan Gambar 3.2, proses optimasi pada algoritma genetika akan dijelaskan pada subbab berikut:

3.2.1.1 Inisialisasi Parameter Awal

Parameter yang diinisialisasi adalah parameter gizi dan parameter algoritma genetika. Parameter gizi adalah sebagai berikut:

- Jenis kelamin
- Usia
- Berat badan
- Tinggi badan
- Tingkat aktivitas
- Menu bahan makanan yang dikonsumsi
- Bobot per jenis menu

Parameter yang ada pada algoritma genetika adalah sebagai berikut:

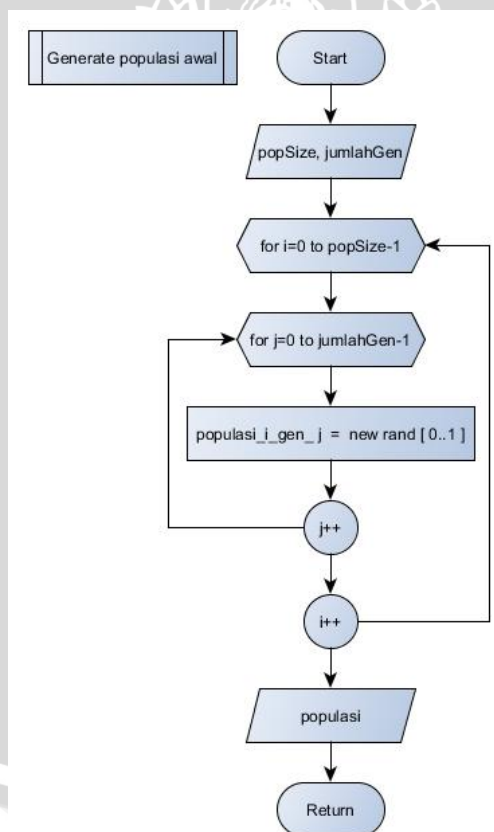
- Ukuran populasi ($popSize$)
- Banyak generasi
- Probabilitas *crossover* (P_c)
- Probabilitas mutasi (P_m)
- Alpha (*Crossover*)
- Prioritas Gizi

3.2.1.2 Generate Populasi Awal

Langkah-langkah untuk *generate* populasi awal adalah sebagai berikut:

1. Menentukan panjang kromosom, dimana panjang kromosom sesuai dengan banyak bahan makanan yang diinginkan oleh *user*.
2. Mengisi tiap gen pada kromosom dengan cara membangkitkan bilangan random [0..1]. Dimana, bilangan itu merepresentasikan berat dari suatu bahan makanan.

Flowchart proses *generate* populasi awal dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut:



Gambar 3.3 Flowchart Generate Populasi Awal

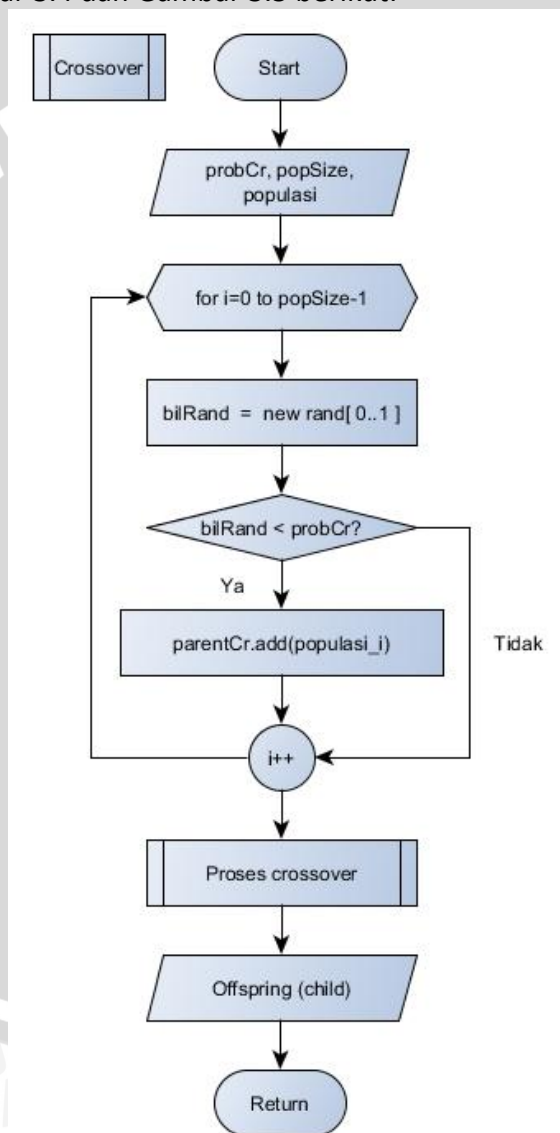
3.2.1.3 Crossover

Crossover memilih individu-individu dari proses *generate* populasi awal untuk menghasilkan keturunan baru. Semakin tinggi nilai P_c maka akan semakin

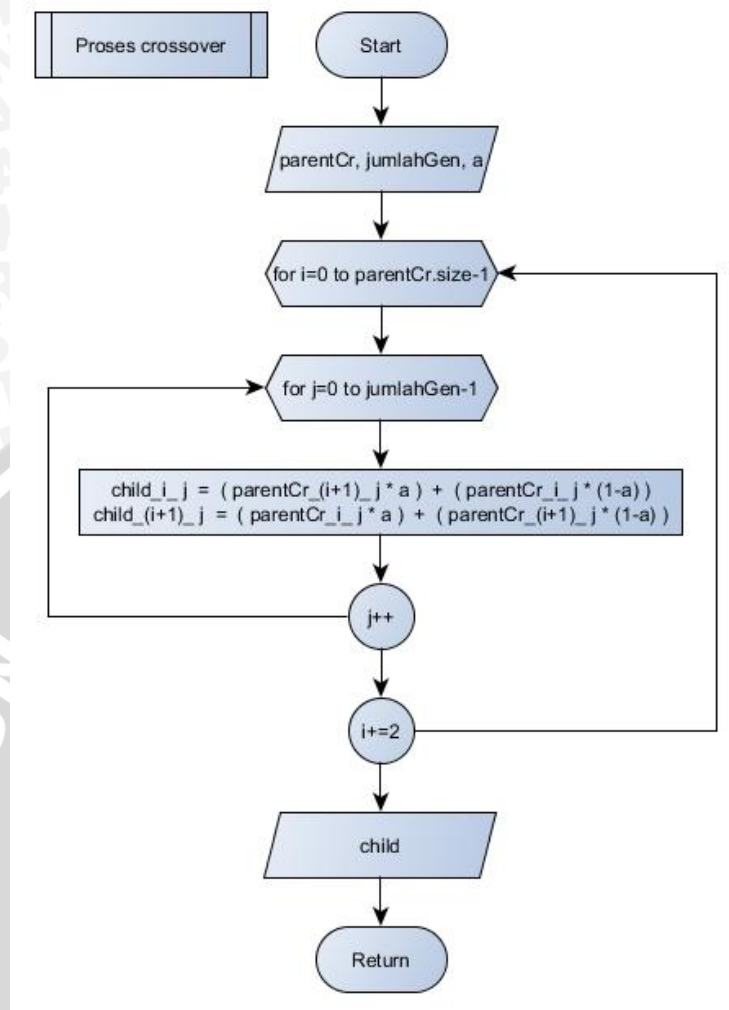
besar kemungkinan dilakukan kawin silang (Setiawan, 2003). Berikut langkah-langkah metode *crossover*:

1. *Generate* bilangan acak $[0..1]$ sebanyak kromosom yang telah dibangkitkan.
2. Jika bilangan acak kurang dari P_c , maka kromosom tersebut terpilih untuk dilakukan proses *crossover*.
3. Pasangkan kromosom-kromosom yang terpilih untuk dilakukan proses *crossover*.
4. Mengerjakan Persamaan (2.4) dan (2.5) untuk mendapatkan *child* 1 dan *child* 2.

Flowchart proses *crossover* menggunakan metode *whole arithmetic* dapat dilihat pada Gambar 3.4 dan Gambar 3.5 berikut:



Gambar 3.4 Flowchart Crossover



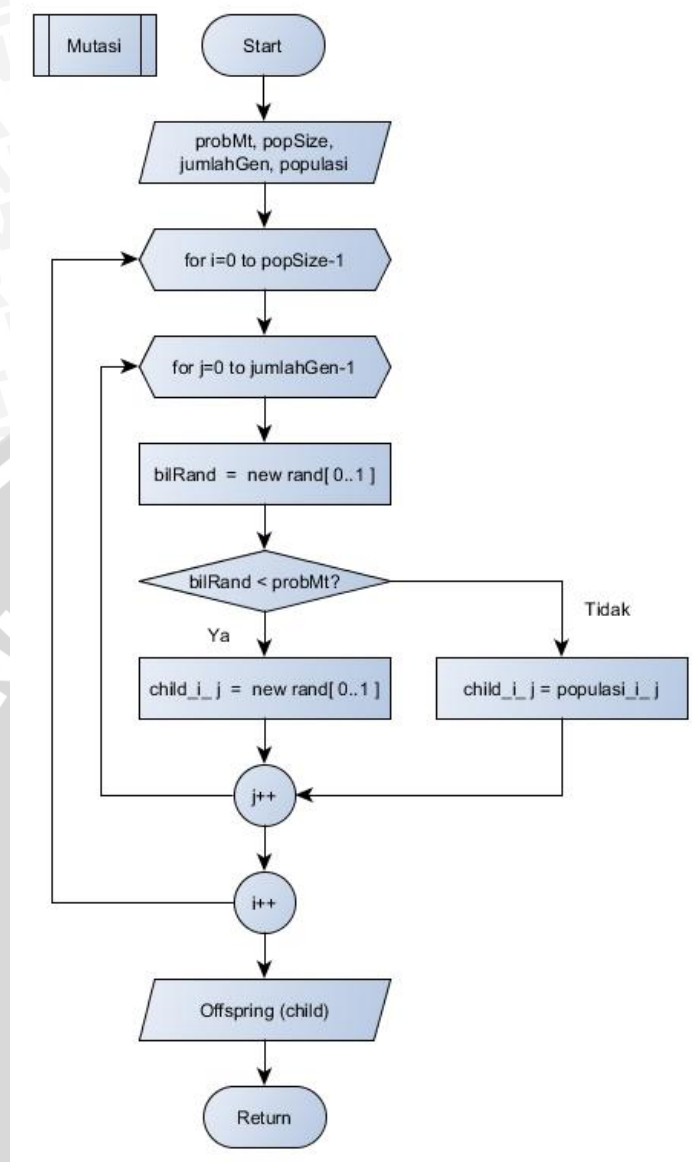
Gambar 3.5 Flowchart Proses Crossover

3.2.1.4 Mutasi

Mutasi memilih gen-gen dari proses *generate* populasi awal untuk diberikan nilai baru. Semakin tinggi nilai P_m maka akan semakin besar kemungkinan banyak gen yang akan terkena mutasi. Berikut langkah-langkah metode mutasi:

1. Membangkitkan bilangan acak $[0..1]$ sebanyak gen pada kromosom.
2. Jika bilangan acak kurang dari P_m , maka gen tersebut terkena mutasi.
3. Pada gen yang terkena mutasi dilakukan pembangkitan bilangan acak $[0..1]$.

Flowchart proses mutasi menggunakan metode *uniform* dapat dilihat pada Gambar 3.6 berikut:



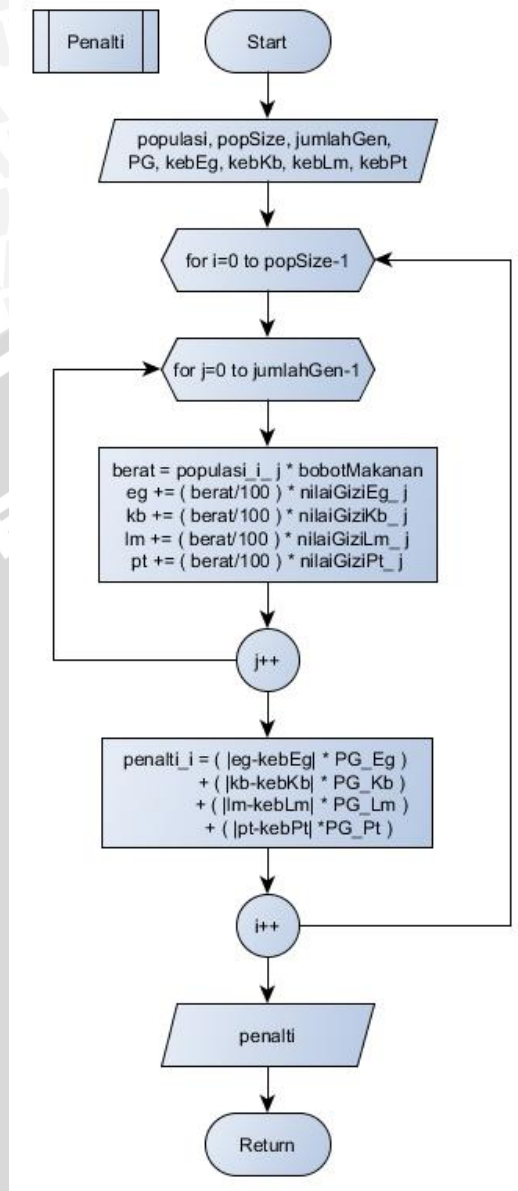
Gambar 3.6 Flowchart Mutasi

3.2.1.5 Penalti Gizi

Perhitungan penalti gizi dilakukan terhadap populasi awal dan juga *offspring* hasil *crossover* dan mutasi. Ada dua jenis penalti gizi, yaitu penalti gizi tanpa pembobotan jenis menu makan dan dengan pembobotan jenis menu makan. Berikut langkah-langkah perhitungan penalti gizi tanpa pembobotan jenis menu makan:

1. Menghitung berat bahan makanan sebenarnya berdasarkan nilai gen dengan menggunakan Persamaan (2.6).
2. Menghitung nilai gizi (energi, karbohidrat, lemak, dan protein) berdasarkan berat bahan makanan sebenarnya yang sudah didapat menggunakan Persamaan (2.7), (2.8), (2.9), dan (2.10).
3. Menghitung nilai penalti menggunakan Persamaan (2.13).

Flowchart penghitungan penalti dapat dilihat pada Gambar 3.7 berikut:

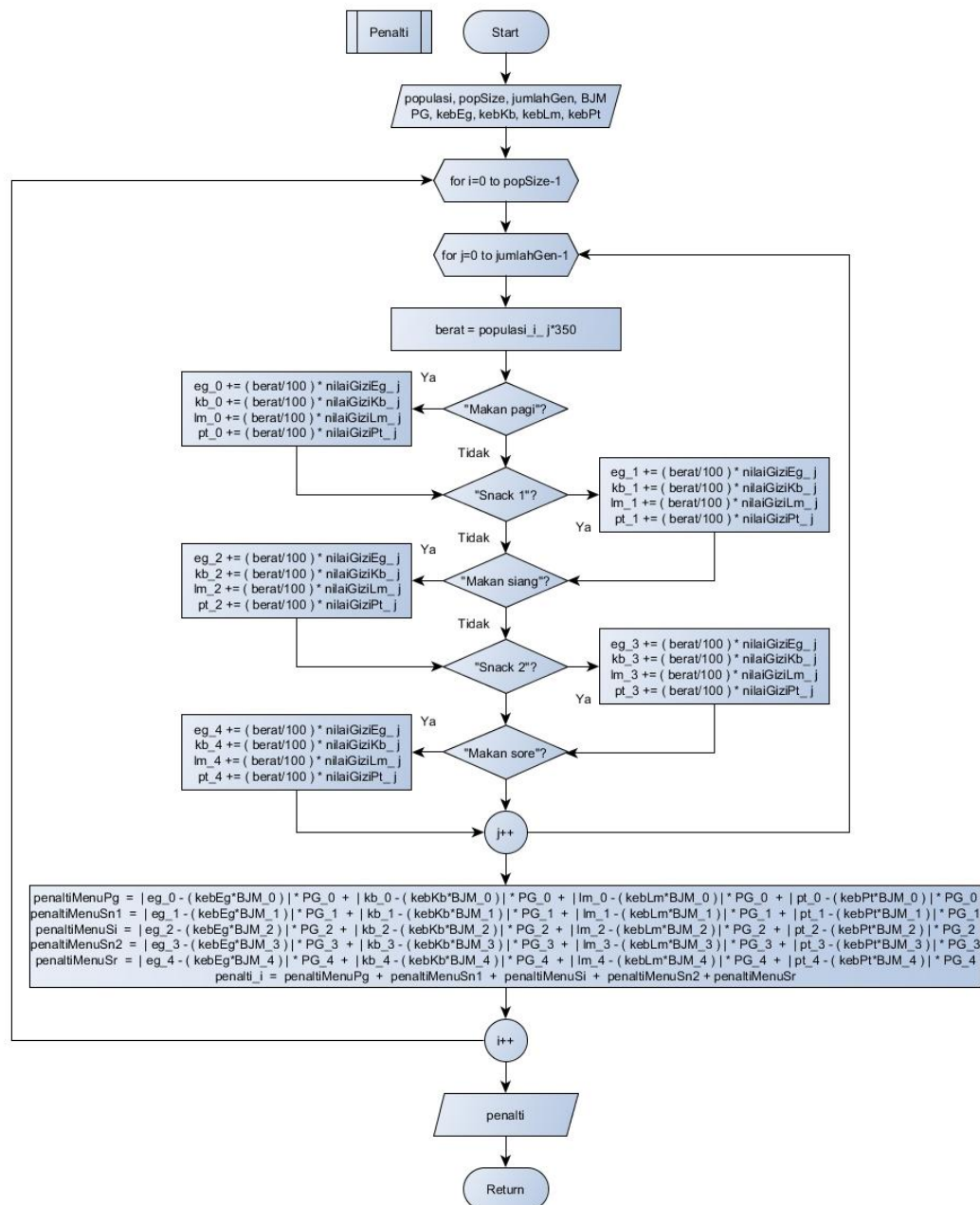


Gambar 3.7 Flowchart Perhitungan Penalty Tanpa Pembobotan Jenis Menu

Sedangkan untuk perhitungan penalti gizi dengan pembobotan jenis menu makan adalah sebagai berikut:

1. Menghitung berat bahan makanan sebenarnya berdasarkan nilai gen dengan menggunakan Persamaan (2.6).
2. Menghitung nilai gizi (energi, karbohidrat, lemak, dan protein) berdasarkan berat bahan makanan sebenarnya yang sudah didapat menggunakan Persamaan (2.7), (2.8), (2.9), dan (2.10).
3. Menghitung nilai penalti per jenis menu makan menggunakan Persamaan (2.11).
4. Menghitung nilai total penalti menggunakan Persamaan (2.12).

Flowchart penghitungan penalti dapat dilihat pada Gambar 3.8 berikut:



Gambar 3.8 Flowchart Perhitungan Penalty dengan Pembobotan Jenis Menu

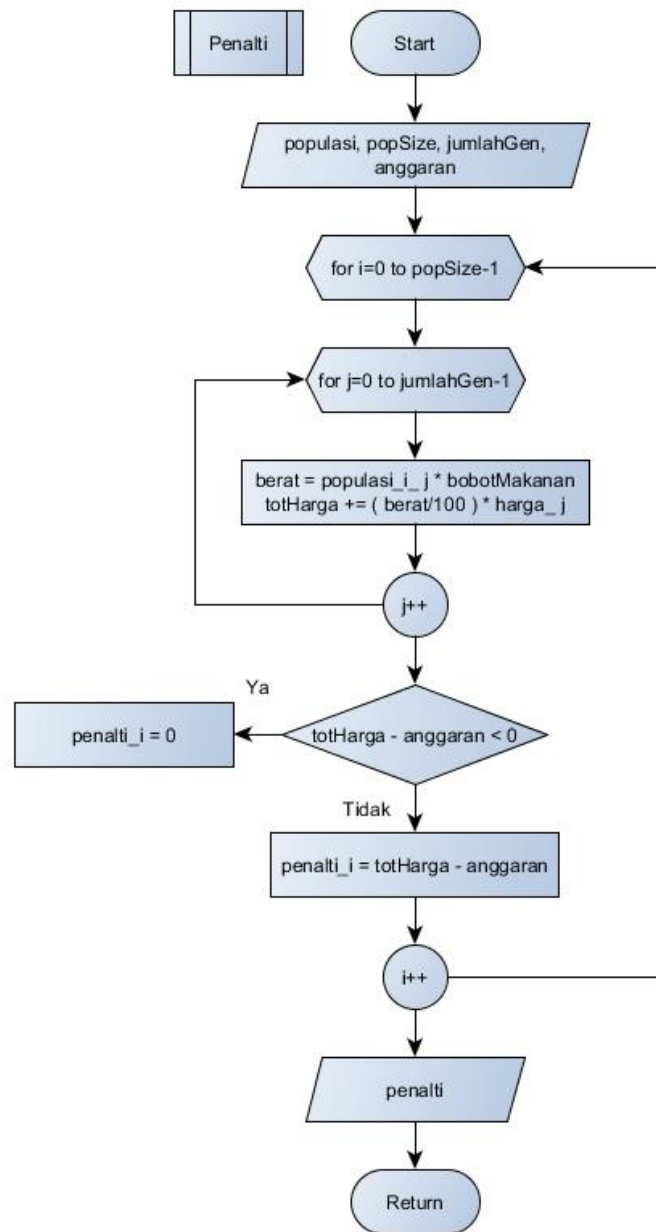
3.2.1.6 Penalty Harga

Perhitungan penalty harga juga dilakukan terhadap populasi awal dan juga *offspring* hasil *crossover* dan mutasi. Nilai penalty dihitung dengan menggunakan Persamaan (2.14). Berikut langkah-langkah perhitungan penalty harga:

1. Menghitung berat bahan makanan sebenarnya berdasarkan nilai gen dengan menggunakan Persamaan (2.6).

2. Menghitung total harga berdasarkan berat bahan makanan sebenarnya yang sudah didapat menggunakan Persamaan (2.14).
3. Menghitung nilai penalti menggunakan Persamaan (2.15).

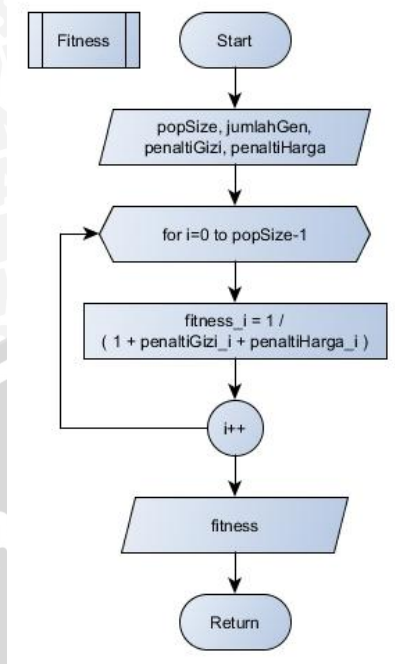
Flowchart penghitungan penalti dapat dilihat pada Gambar 3.9 berikut:



Gambar 3.9 Flowchart Penalti Harga

3.2.1.7 Fitness

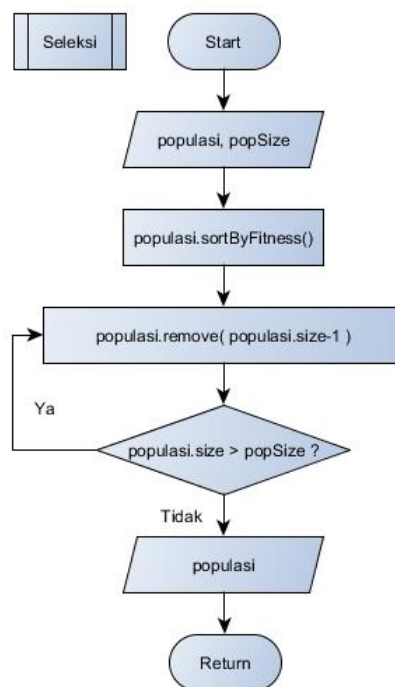
Perhitungan *fitness* digunakan untuk mengetahui nilai setiap individu terhadap pelanggaran. Semakin besar nilai *fitness*, maka semakin baik solusi yang diberikan oleh individu tersebut. Nilai *fitness* dihitung dengan menggunakan Persamaan (2.16). Flowchart penghitungan *fitness* dapat dilihat pada Gambar 3.10 berikut:



Gambar 3.10 Flowchart Perhitungan Fitness

3.2.1.8 Seleksi

Proses seleksi dilakukan dengan menggunakan metode *elitism selection*. Proses ini dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh populasi baru yang akan digunakan untuk proses evaluasi berikutnya. Untuk *flowchart* proses seleksi menggunakan metode *elitism selection* dapat dilihat pada Gambar 3.11 berikut:



Gambar 3.11 Flowchart Seleksi

3.2.1.9 Populasi Baru

Populasi baru terdiri dari kromosom-kromosom hasil proses seleksi. Dimana, hanya kromosom dengan nilai *fitness* tertinggi yang akan terpilih dari setiap generasi. Jumlah kromosom yang terpilih pada populasi baru adalah sejumlah *popSize*.

3.2.1.10 Kromosom Terbaik

Kromosom terbaik dipilih berdasarkan hasil seleksi. Dimana pada metode *elitism selection*, kromosom dengan nilai *fitness* tertinggi akan dipilih. Kemudian, kromosom-kromosom terbaik dari setiap generasi tersebut dibandingkan dan diambil yang mempunyai nilai *fitness* tertinggi.

3.2.2 Perhitungan Manual

Dimisalkan data pasien sebagai berikut:

Jenis kelamin : Perempuan
Usia : 44 tahun
Berat badan : 64 kg
Tinggi badan : 160 cm
Penyakit : Diabetes melitus
Aktivitas : Sedang

Kebutuhan energi pasien dengan kondisi tersebut adalah:

$$\text{Nilai AMB} = 655 + (9,6 * 64) + (1,8 * 160) - (4,7 * 44) = 1350,6$$

$$\text{Keb. Energi} = 1350,6 \times 1,7 = 2296,02 \text{ kkal}$$

Pasien diet diabetes melitus dengan 2296,02 kkal membutuhkan jumlah gizi sebagai berikut:

$$\text{Karbohidrat} = 2296,02 * 0,65 = 1492,41 \text{ Kal} \approx 373,1 \text{ g}$$

$$\text{Lemak} = 2296,02 * 0,2 = 459,2 \text{ Kal} \approx 51,02 \text{ g}$$

$$\text{Protein} = 2296,02 * 0,15 = 344,4 \text{ Kal} \approx 86,1 \text{ g}$$

3.2.2.1 Parameter Algoritma Genetika

Parameter yang diinisialisasi adalah *pop size*, probabilitas *crossover* (P_c), probabilitas mutasi (P_m), *alpha* (*crossover*), dan prioritas gizi. Parameter-parameter tersebut diperlukan pada proses algoritma genetika.

Pop size = 5

Jumlah generasi = 1

P_c = 0,4

P_m = 0,6

Alpha = 0,6

Prioritas Gizi = 1 (energi), 1 (karbohidrat), 1 (lemak), 1 (protein)

3.2.2.2 Generate Populasi Awal

Dimisalkan total anggaran yang disiapkan untuk membeli bahan makanan adalah Rp. 35000 dan bahan makanan yang dikonsumsi adalah sebagai berikut:

Untuk makan pagi:

Beras giling (6)

Ikan lele (25)

Tempe (101)

Kol (55)

Untuk *snack* 1:

Pisang raja susu (77)

Semangka (89)

Untuk makan siang:

Beras giling (6)

Ikan mujair (27)

Tahu (92)

Terong (105)

Untuk *snack* 2:

Mangga (63)

Pepaya (71)

Untuk makan sore:

Beras giling (6)

Ayam(3)

Kacang panjang (43)

Kol (55)

Proses *generate* populasi awal merupakan proses untuk membuat populasi awal sejumlah *pop size* yang telah ditentukan, yaitu 5. Jumlah gen dari setiap kromosom nilainya adalah sama, sesuai dengan jumlah bahan makanan yang dikonsumsi, yaitu 16 (4 bahan makan pagi, 2 bahan *snack* 1, 4 bahan makan siang, 2 bahan *snack* 2, dan 4 bahan makan sore). Nilai gen merupakan hasil pembangkitkan bilangan acak $[0..1]$. Dimana, bilangan tersebut merepresentasikan berat bahan makanan. Hasil *generate* populasi awal dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Populasi Awal

Krom	Gen															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	.90	.47	.71	.01	.01	.52	.23	.03	.72	.32	.46	.79	.57	.79	.63	.25
2	.12	.59	.44	.61	.81	.30	.86	.31	.70	.90	.07	.38	.76	.81	.73	.95
3	.55	.95	.15	.88	.37	.71	.30	.21	.42	.02	.68	.15	.20	.10	.63	.54
4	.91	.39	.38	.26	.44	.93	.35	.39	.68	.93	.09	.90	.93	.93	.38	.48
5	.51	.05	.53	.32	.25	.76	.44	.46	.72	.27	.63	.14	.92	.85	.09	.67

3.2.2.3 Crossover

Sebelum melakukan proses *crossover*, akan ditentukan terlebih dahulu *parent* yang mengalami *crossover*. *Parent* tersebut diperoleh dengan cara membangkitkan bilangan acak sejumlah *pop size*. Jika bilangan acak tersebut kurang dari P_c yang telah ditentukan (0.4), maka *parent* tersebut mengalami *crossover*. Hasil pembangkitan bilangan acak dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Pemilihan Parent yang Mengalami Crossover

Krom	Bil. Acak
1	0,65
2	0,74
3	0,08
4	0,36
5	0,80

Dari 5 bilangan acak, ada 2 individu yang mempunyai nilai dibawah P_c , yaitu individu 3 dan 4. Kemudian *parent* tersebut dipasangkan untuk kemudian dilakukan proses *crossover*.

Kromosom 3 dengan kromosom 4 (misal $k=10$ dan $\alpha=0,6$):

.55	.95	.15	.88	.37	.71	.30	.21	.42	.02	.68	.15	.20	.10	.63	.54	P3
.91	.39	.38	.26	.44	.93	.35	.39	.68	.93	.09	.90	.93	.93	.38	.48	P4
.55	.95	.15	.88	.37	.71	.30	.21	.42	.02	.33	.60	.64	.59	.48	.50	C1
.91	.39	.38	.26	.44	.93	.35	.39	.68	.93	.44	.45	.49	.43	.53	.52	C2

Gambar 3.12 Whole Arithmetic Crossover K3 dan K4

Keterangan:

$$\begin{aligned}
 C1 \text{ gen-1} &= y_1 \times \alpha + x_1 \times (1 - \alpha) = 0,91 \times 0,6 + 0,55 \times 0,4 = 0,77 \\
 C1 \text{ gen-2} &= y_2 \times \alpha + x_2 \times (1 - \alpha) = 0,39 \times 0,6 + 0,95 \times 0,4 = 0,61 \\
 C1 \text{ gen-3} &= y_3 \times \alpha + x_3 \times (1 - \alpha) = 0,38 \times 0,6 + 0,15 \times 0,4 = 0,29 \\
 C1 \text{ gen-4} &= y_4 \times \alpha + x_4 \times (1 - \alpha) = 0,26 \times 0,6 + 0,88 \times 0,4 = 0,51 \\
 C1 \text{ gen-5} &= y_5 \times \alpha + x_5 \times (1 - \alpha) = 0,44 \times 0,6 + 0,37 \times 0,4 = 0,41 \\
 C1 \text{ gen-6} &= y_6 \times \alpha + x_6 \times (1 - \alpha) = 0,93 \times 0,6 + 0,71 \times 0,4 = 0,84 \\
 C1 \text{ gen-7} &= y_7 \times \alpha + x_7 \times (1 - \alpha) = 0,35 \times 0,6 + 0,30 \times 0,4 = 0,33 \\
 C1 \text{ gen-8} &= y_8 \times \alpha + x_8 \times (1 - \alpha) = 0,39 \times 0,6 + 0,21 \times 0,4 = 0,32 \\
 C1 \text{ gen-9} &= y_9 \times \alpha + x_9 \times (1 - \alpha) = 0,68 \times 0,6 + 0,42 \times 0,4 = 0,58 \\
 C1 \text{ gen-10} &= y_{10} \times \alpha + x_{10} \times (1 - \alpha) = 0,93 \times 0,6 + 0,02 \times 0,4 = 0,57 \\
 C1 \text{ gen-11} &= y_{11} \times \alpha + x_{11} \times (1 - \alpha) = 0,09 \times 0,6 + 0,68 \times 0,4 = 0,33 \\
 C1 \text{ gen-12} &= y_{12} \times \alpha + x_{12} \times (1 - \alpha) = 0,90 \times 0,6 + 0,15 \times 0,4 = 0,6 \\
 C1 \text{ gen-13} &= y_{13} \times \alpha + x_{13} \times (1 - \alpha) = 0,93 \times 0,6 + 0,20 \times 0,4 = 0,64 \\
 C1 \text{ gen-14} &= y_{14} \times \alpha + x_{14} \times (1 - \alpha) = 0,93 \times 0,6 + 0,10 \times 0,4 = 0,6 \\
 C1 \text{ gen-15} &= y_{15} \times \alpha + x_{15} \times (1 - \alpha) = 0,38 \times 0,6 + 0,63 \times 0,4 = 0,48 \\
 C1 \text{ gen-16} &= y_{16} \times \alpha + x_{16} \times (1 - \alpha) = 0,48 \times 0,6 + 0,54 \times 0,4 = 0,50
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C2 \text{ gen-1} &= x_1 \times \alpha + y_1 \times (1 - \alpha) = 0,55 \times 0,6 + 0,91 \times 0,4 = 0,69 \\
 C2 \text{ gen-2} &= x_2 \times \alpha + y_2 \times (1 - \alpha) = 0,95 \times 0,6 + 0,39 \times 0,4 = 0,73 \\
 C2 \text{ gen-3} &= x_3 \times \alpha + y_3 \times (1 - \alpha) = 0,15 \times 0,6 + 0,38 \times 0,4 = 0,24 \\
 C2 \text{ gen-4} &= x_4 \times \alpha + y_4 \times (1 - \alpha) = 0,88 \times 0,6 + 0,26 \times 0,4 = 0,63 \\
 C2 \text{ gen-5} &= x_5 \times \alpha + y_5 \times (1 - \alpha) = 0,37 \times 0,6 + 0,44 \times 0,4 = 0,4 \\
 C2 \text{ gen-6} &= x_6 \times \alpha + y_6 \times (1 - \alpha) = 0,71 \times 0,6 + 0,93 \times 0,4 = 0,8 \\
 C2 \text{ gen-7} &= x_7 \times \alpha + y_7 \times (1 - \alpha) = 0,30 \times 0,6 + 0,35 \times 0,4 = 0,32 \\
 C2 \text{ gen-8} &= x_8 \times \alpha + y_8 \times (1 - \alpha) = 0,21 \times 0,6 + 0,39 \times 0,4 = 0,28 \\
 C2 \text{ gen-9} &= x_9 \times \alpha + y_9 \times (1 - \alpha) = 0,42 \times 0,6 + 0,68 \times 0,4 = 0,52 \\
 C2 \text{ gen-10} &= x_{10} \times \alpha + y_{10} \times (1 - \alpha) = 0,02 \times 0,6 + 0,93 \times 0,4 = 0,38 \\
 C2 \text{ gen-11} &= x_{11} \times \alpha + y_{11} \times (1 - \alpha) = 0,68 \times 0,6 + 0,09 \times 0,4 = 0,44 \\
 C2 \text{ gen-12} &= x_{12} \times \alpha + y_{12} \times (1 - \alpha) = 0,15 \times 0,6 + 0,90 \times 0,4 = 0,45 \\
 C2 \text{ gen-13} &= x_{13} \times \alpha + y_{13} \times (1 - \alpha) = 0,20 \times 0,6 + 0,93 \times 0,4 = 0,49 \\
 C2 \text{ gen-14} &= x_{14} \times \alpha + y_{14} \times (1 - \alpha) = 0,10 \times 0,6 + 0,93 \times 0,4 = 0,43 \\
 C2 \text{ gen-15} &= x_{15} \times \alpha + y_{15} \times (1 - \alpha) = 0,63 \times 0,6 + 0,38 \times 0,4 = 0,53 \\
 C2 \text{ gen-16} &= x_{16} \times \alpha + y_{16} \times (1 - \alpha) = 0,54 \times 0,6 + 0,48 \times 0,4 = 0,52
 \end{aligned}$$

3.2.2.4 Mutasi

Sebelum melakukan proses mutasi, akan ditentukan terlebih dahulu gen-gen yang mengalami mutasi. Gen-gen yang mengalami mutasi diperoleh dengan cara membangkitkan bilangan acak sejumlah gen pada populasi awal. Jika bilangan tersebut kurang dari P_m yang telah ditentukan (0.6), maka gen tersebut mengalami mutasi. Hasil pembangkitan bilangan acak dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Pemilihan Gen yang Mengalami Mutasi

Krom	Gen															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	.70	.70	.40	.60	.60	.70	.30	.90	.70	.70	.90	.80	.80	.60	.70	.25
2	.40	.60	.90	.80	.60	.25	.70	.60	.90	.35	.90	.90	.90	.70	.90	.95
3	.80	.70	.80	.45	.60	.35	.80	.45	.90	.60	.20	.70	.70	.90	.60	.54
4	.90	.90	.40	.60	.80	.60	.70	.80	.90	.60	.80	.90	.90	.90	.90	.48
5	.70	.70	.80	.70	.90	.80	.90	.60	.90	.60	.70	.80	.80	.70	.40	.67

Setelah dibangkitkan bilangan acak sejumlah gen pada populasi awal, diketahui ada 11 gen yang mempunyai nilai dibawah P_m . Pada kromosom 1 adalah gen ke-3 dan ke-7. Pada kromosom 2 adalah gen ke-1, 6, dan ke-10. Pada kromosom 3 adalah gen ke-4, 6, 8, dan ke-11. Pada kromosom 4 adalah gen ke-3. Sedangkan pada kromosom 5 adalah gen ke-15. Kemudian, gen-gen tersebut akan dilakukan proses mutasi. Proses mutasi dilakukan dengan memberikan nilai baru hasil pembangkitan bilangan acak [0..1].

.90	.47	.51	.01	.01	.52	.03	.03	.72	.32	.46	.79	.57	.79	.63	.25	C3
.32	.59	.44	.61	.81	.50	.86	.31	.70	.70	.07	.38	.76	.81	.73	.95	C4
.55	.95	.15	.68	.37	.51	.30	.01	.42	.02	.48	.15	.20	.10	.63	.54	C5
.91	.39	.18	.26	.44	.93	.35	.39	.68	.93	.09	.90	.93	.93	.38	.48	C6
.51	.05	.53	.32	.25	.76	.44	.46	.72	.27	.63	.14	.92	.85	.29	.67	C7

Gambar 3.13 Offspring (Child) Hasil Mutasi

3.2.2.5 Penalti Gizi

P1	.90	.47	.71	.01	.01	.52	.23	.03	.72	.32	.46	.79	.57	.79	.63	.25
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Berat makanan sebenarnya untuk makan pagi:

$$\text{Gen 1: } 0,9 \times 350 = 315 \text{ g}$$

$$\text{Gen 2: } 0,47 \times 350 = 164,5 \text{ g}$$

$$\text{Gen 3: } 0,71 \times 350 = 248,5 \text{ g}$$

$$\text{Gen 4: } 0,01 \times 350 = 3,5 \text{ g}$$

Berat makanan sebenarnya untuk *snack* 1:

$$\text{Gen 5: } 0,01 \times 350 = 3,5 \text{ g}$$

$$\text{Gen 6: } 0,52 \times 350 = 182 \text{ g}$$

Berat makanan sebenarnya untuk makan siang:

$$\text{Gen 7: } 0,23 \times 350 = 80,5 \text{ g}$$

$$\text{Gen 8: } 0,03 \times 350 = 10,5 \text{ g}$$

$$\text{Gen 9: } 0,72 \times 350 = 252 \text{ g}$$

$$\text{Gen 10: } 0,32 \times 350 = 112 \text{ g}$$

Berat makanan sebenarnya untuk *snack* 2:

$$\text{Gen 11: } 0,46 \times 350 = 161 \text{ g}$$

$$\text{Gen 12: } 0,79 \times 350 = 276,5 \text{ g}$$

Berat makanan sebenarnya untuk makan sore:

$$\text{Gen 13: } 0,57 \times 350 = 199,5 \text{ g}$$

$$\text{Gen 14: } 0,79 \times 350 = 276,5 \text{ g}$$

$$\text{Gen 15: } 0,63 \times 350 = 220,5 \text{ g}$$

$$\text{Gen 16: } 0,25 \times 350 = 87,5 \text{ g}$$

Berat komponen penyusun energi, karbohidrat, lemak, dan protein untuk makan pagi:

Untuk 315 g beras giling mengandung:

$$\text{Energi} = \frac{315}{100} \times 360 = 1134 \text{ Kal}$$

$$\text{Karbohidrat} = \frac{315}{100} \times 78,9 = 248,54 \text{ g}$$

$$\text{Lemak} = \frac{315}{100} \times 0,7 = 2,21 \text{ g}$$

$$\text{Protein} = \frac{315}{100} \times 6,8 = 21,42 \text{ g}$$

Untuk 164,5 g ikan lele mengandung:

$$\text{Energi} = \frac{164,5}{100} \times 93 = 152,99 \text{ Kal}$$

$$\text{Karbohidrat} = \frac{164,5}{100} \times 0 = 0 \text{ g}$$

$$\text{Lemak} = \frac{164,5}{100} \times 2,2 = 3,62 \text{ g}$$

$$\text{Protein} = \frac{164,5}{100} \times 18,2 = 29,94 \text{ g}$$

Untuk 248,5 g tempe mengandung:

$$\text{Energi} = \frac{248,5}{100} \times 149 = 370,27 \text{ Kal}$$

$$\text{Karbohidrat} = \frac{248,5}{100} \times 12,7 = 31,56 \text{ g}$$

$$\text{Lemak} = \frac{248,5}{100} \times 4 = 9,94 \text{ g}$$

$$\text{Protein} = \frac{248,5}{100} \times 18,3 = 45,48 \text{ g}$$

Untuk 3,5 g kol mengandung:

$$\text{Energi} = \frac{3,5}{100} \times 24 = 0,84 \text{ Kal}$$

$$\text{Karbohidrat} = \frac{3,5}{100} \times 5,3 = 0,19 \text{ g}$$

$$\text{Lemak} = \frac{3,5}{100} \times 0,2 = 0,01 \text{ g}$$

$$\text{Protein} = \frac{3,5}{100} \times 1,4 = 0,05 \text{ g}$$

$$\text{Total Energi} = 1134 + 152,99 + 370,27 + 0,84 = 1658,09$$

$$\text{Total Karbohidrat} = 248,54 + 0 + 31,56 + 0,19 = 280,28$$

$$\text{Total Lemak} = 2,21 + 3,62 + 9,94 + 0,01 = 15,77$$

$$\text{Total Protein} = 21,42 + 29,94 + 45,58 + 0,05 = 96,88$$

Selisih komponen penyusun energi, karbohidrat, lemak, dan protein untuk makan pagi terhadap kebutuhan gizi: (misal BJM makan pagi = 0,25)

$$\text{Selisih Energi} = |1658,09 - (2296,02 \times 0,25)| \times 1 = 1084,09$$

$$\text{Selisih Karbohidrat} = |280,28 - (373,1 \times 0,25)| \times 1 = 187,01$$

$$\text{Selisih Lemak} = |15,77 - (51,02 \times 0,25)| \times 1 = 3,02$$

$$\text{Selisih Protein} = |96,88 - (86,1 \times 0,25)| \times 1 = 75,36$$

$$\text{penaltiMenu} = 1084,09 + 187,01 + 3,02 + 75,36 = 1349,46$$

Berat komponen penyusun energi, karbohidrat, lemak, dan protein untuk snack 1:

Untuk 3,5 g pisang raja susu mengandung:

$$\text{Energi} = \frac{3,5}{100} \times 118 = 4,13 \text{ Kal}$$

$$\text{Karbohidrat} = \frac{3,5}{100} \times 31,1 = 1,09 \text{ g}$$

$$\text{Lemak} = \frac{3,5}{100} \times 0,2 = 0,01 \text{ g}$$

$$\text{Protein} = \frac{3,5}{100} \times 1,2 = 0,04 \text{ g}$$

Untuk 182 g semangka mengandung:

$$\text{Energi} = \frac{182}{100} \times 28 = 50,96 \text{ Kal}$$

$$\text{Karbohidrat} = \frac{182}{100} \times 6,9 = 12,56 \text{ g}$$

$$\text{Lemak} = \frac{182}{100} \times 0,2 = 0,36 \text{ g}$$

$$\text{Protein} = \frac{182}{100} \times 0,5 = 0,91 \text{ g}$$

$$\text{Total Energi} = 4,13 + 50,96 = 55,09$$

$$\text{Total Karbohidrat} = 1,09 + 12,56 = 13,65$$

$$\text{Total Lemak} = 0,01 + 0,36 = 0,37$$

$$\text{Total Protein} = 0,04 + 0,91 = 0,95$$

Selisih komponen penyusun energi, karbohidrat, lemak, dan protein untuk *snack* 1 terhadap kebutuhan gizi: (misal BJM *snack* 1 = 0,1)

$$\text{Selisih Energi} = |55,09 - (2296,02 \times 0,1)| \times 1 = 174,51$$

$$\text{Selisih Karbohidrat} = |13,65 - (373,1 \times 0,1)| \times 1 = 23,66$$

$$\text{Selisih Lemak} = |0,37 - (51,02 \times 0,1)| \times 1 = 4,73$$

$$\text{Selisih Protein} = |0,95 - (86,1 \times 0,1)| \times 1 = 7,66$$

$$\text{penaltiMenu} = 174,51 + 23,66 + 4,73 + 7,66 = 210,56$$

Berat komponen penyusun energi, karbohidrat, lemak, dan protein untuk makan siang:

Untuk 80,5 g beras giling mengandung:

$$\text{Energi} = \frac{80,5}{100} \times 360 = 289,8 \text{ Kal}$$

$$\text{Karbohidrat} = \frac{80,5}{100} \times 78,9 = 63,51 \text{ g}$$

$$\text{Lemak} = \frac{80,5}{100} \times 0,7 = 0,56 \text{ g}$$

$$\text{Protein} = \frac{80,5}{100} \times 6,8 = 5,47 \text{ g}$$

Untuk 10,5 g ikan mujair mengandung:

$$\text{Energi} = \frac{10,5}{100} \times 89 = 9,35 \text{ Kal}$$

$$\text{Karbohidrat} = \frac{10,5}{100} \times 0 = 0 \text{ g}$$

$$\text{Lemak} = \frac{10,5}{100} \times 1,25 = 0,13 \text{ g}$$

$$\text{Protein} = \frac{10,5}{100} \times 23,37 = 2,45 \text{ g}$$

Untuk 252 g tahu mengandung:

$$\text{Energi} = \frac{252}{100} \times 68 = 171,36 \text{ Kal}$$

$$\text{Karbohidrat} = \frac{252}{100} \times 1,6 = 4,03 \text{ g}$$

$$\text{Lemak} = \frac{252}{100} \times 4,6 = 11,59 \text{ g}$$

$$\text{Protein} = \frac{252}{100} \times 7,8 = 19,66 \text{ g}$$

Untuk 112 g terong mengandung:

$$\text{Energi} = \frac{112}{100} \times 24 = 26,88 \text{ Kal}$$

$$\text{Karbohidrat} = \frac{112}{100} \times 5,5 = 6,16 \text{ g}$$

$$\text{Lemak} = \frac{112}{100} \times 0,2 = 0,22 \text{ g}$$

$$\text{Protein} = \frac{112}{100} \times 1,1 = 1,23 \text{ g}$$

$$\text{Total Energi} = 289,8 + 9,35 + 171,36 + 26,88 = 497,39$$

$$\text{Total Karbohidrat} = 63,51 + 0 + 4,03 + 6,16 = 73,71$$

$$\text{Total Lemak} = 0,56 + 0,13 + 11,59 + 0,22 = 12,51$$

$$\text{Total Protein} = 5,47 + 2,45 + 19,66 + 1,23 = 28,82$$

Selisih komponen penyusun energi, karbohidrat, lemak, dan protein untuk makan siang terhadap kebutuhan gizi: (misal BJM makan siang = 0,3)

$$\text{Selisih Energi} = |497,39 - (2296,02 \times 0,3)| \times 1 = 191,42$$

$$\text{Selisih Karbohidrat} = |73,71 - (373,1 \times 0,3)| \times 1 = 38,22$$

$$\text{Selisih Lemak} = |12,51 - (51,02 \times 0,3)| \times 1 = 2,8$$

$$\text{Selisih Protein} = |28,82 - (86,1 \times 0,3)| \times 1 = 2,99$$

$$\text{penaltiMenu} = 191,42 + 38,22 + 2,8 + 2,99 = 235,43$$

Berat komponen penyusun energi, karbohidrat, lemak, dan protein untuk snack 2:

Untuk 161 g mangga mengandung:

$$\text{Energi} = \frac{161}{100} \times 52 = 83,72 \text{ Kal}$$

$$\text{Karbohidrat} = \frac{161}{100} \times 12,3 = 19,8 \text{ g}$$

$$\text{Lemak} = \frac{161}{100} \times 0 = 0 \text{ g}$$

$$\text{Protein} = \frac{161}{100} \times 0,7 = 1,13 \text{ g}$$

Untuk 276,5 g pepaya mengandung:

$$\text{Energi} = \frac{276,5}{100} \times 46 = 127,19 \text{ Kal}$$

$$\text{Karbohidrat} = \frac{276,5}{100} \times 12,2 = 33,73 \text{ g}$$

$$\text{Lemak} = \frac{276,5}{100} \times 0 = 0 \text{ g}$$

$$\text{Protein} = \frac{276,5}{100} \times 0,5 = 1,38 \text{ g}$$

$$\text{Total Energi} = 83,72 + 127,19 = 210,91$$

$$\text{Total Karbohidrat} = 19,8 + 33,73 = 53,54$$

$$\text{Total Lemak} = 0 + 0 = 0$$

$$\text{Total Protein} = 1,13 + 1,38 = 2,51$$

Selisih komponen penyusun energi, karbohidrat, lemak, dan protein untuk snack 2 terhadap kebutuhan gizi: (misal BJM snack 2 = 0,1)

$$\text{Selisih Energi} = |210,91 - (2296,02 \times 0,1)| \times 1 = 18,69$$

$$\text{Selisih Karbohidrat} = |53,54 - (373,1 \times 0,1)| \times 1 = 16,23$$

$$\text{Selisih Lemak} = |0 - (51,02 \times 0,1)| \times 1 = 5,1$$

$$\text{Selisih Protein} = |2,51 - (86,1 \times 0,1)| \times 1 = 6,1$$

$$\text{penaltiMenu} = 18,69 + 16,23 + 5,1 + 6,1 = 46,12$$

Berat komponen penyusun energi, karbohidrat, lemak, dan protein untuk makan sore:

Untuk 199,5 g beras giling mengandung:

$$\text{Energi} = \frac{199,5}{100} \times 360 = 718,2 \text{ Kal}$$

$$\text{Karbohidrat} = \frac{199,5}{100} \times 78,9 = 157,41 \text{ g}$$

$$\text{Lemak} = \frac{199,5}{100} \times 0,7 = 1,4 \text{ g}$$

$$\text{Protein} = \frac{199,5}{100} \times 6,8 = 13,57 \text{ g}$$

Untuk 276,5 g ayam mengandung:

$$\text{Energi} = \frac{276,5}{100} \times 302 = 835,03 \text{ Kal}$$

$$\text{Karbohidrat} = \frac{276,5}{100} \times 0 = 0 \text{ g}$$

$$\text{Lemak} = \frac{276,5}{100} \times 25 = 69,13 \text{ g}$$

$$\text{Protein} = \frac{276,5}{100} \times 18,2 = 50,32 \text{ g}$$

Untuk 220,5 g kacang panjang mengandung:

$$\text{Energi} = \frac{220,5}{100} \times 44 = 97,02 \text{ Kal}$$

$$\text{Karbohidrat} = \frac{220,5}{100} \times 7,8 = 17,2 \text{ g}$$

$$\text{Lemak} = \frac{220,5}{100} \times 0,3 = 0,66 \text{ g}$$

$$\text{Protein} = \frac{220,5}{100} \times 2,7 = 5,95 \text{ g}$$

Untuk 87,5 g kol mengandung:

$$\text{Energi} = \frac{87,5}{100} \times 24 = 21 \text{ Kal}$$

$$\text{Karbohidrat} = \frac{87,5}{100} \times 5,3 = 4,64 \text{ g}$$

$$\text{Lemak} = \frac{87,5}{100} \times 0,2 = 0,18 \text{ g}$$

$$\text{Protein} = \frac{87,5}{100} \times 1,4 = 1,23 \text{ g}$$

$$\text{Total Energi} = 718,2 + 835,03 + 97,02 + 21 = 1671,25$$

$$\text{Total Karbohidrat} = 157,41 + 0 + 17,2 + 4,64 = 179,24$$

$$\text{Total Lemak} = 1,4 + 69,13 + 0,66 + 0,18 = 71,36$$

$$\text{Total Protein} = 13,57 + 50,32 + 5,95 + 1,23 = 71,07$$

Selisih komponen penyusun energi, karbohidrat, lemak, dan protein untuk makan sore terhadap kebutuhan gizi: (misal BJM makan sore = 0,25)

$$\text{Selisih Energi} = |1671,25 - (2296,02 \times 0,25)| \times 1 = 1097,25$$

$$\text{Selisih Karbohidrat} = |179,24 - (373,1 \times 0,25)| \times 1 = 85,97$$

$$\text{Selisih Lemak} = |71,36 - (51,02 \times 0,25)| \times 1 = 58,60$$

$$\text{Selisih Protein} = |71,07 - (86,1 \times 0,25)| \times 1 = 49,54$$

$$\text{penaltiMenu} = 1097,25 + 85,97 + 58,60 + 49,54 = 1291,36$$

Sehingga, nilai penaltinya adalah:

$$\text{penalti} = 1349,46 + 210,56 + 235,43 + 46,12 + 1291,36 = 3132,93$$

Dengan cara yang sama, nilai penalti gizi individu yang lain adalah seperti pada Tabel 3.4 (lihat Lampiran B Perhitungan Manual):

Tabel 3.4 Nilai Penalty Gizi

No	Individu	Penalti
1	Parent 1	3132,93
2	Parent 2	3105,60
3	Parent 3	1815,23
4	Parent 4	3359,16
5	Parent 5	2826,03
6	Child 1	2612,16
7	Child 2	2307,93
8	Child 3	3374,45
9	Child 4	3313,53
10	Child 5	1926,19
11	Child 6	3188,38
12	Child 7	2848,74

3.2.2.6 Penalty Harga

Total harga bahan makanan untuk makan pagi:

$$\text{Untuk 315 g beras giling} = \frac{315}{100} \times 1000 = 3150$$

$$\text{Untuk 164,5 g ikan lele} = \frac{164,5}{100} \times 1600 = 2632$$

$$\text{Untuk 248,5 g tempe} = \frac{248,5}{100} \times 800 = 1988$$

$$\text{Untuk 3,5 g kol} = \frac{3,5}{100} \times 400 = 14$$

Total harga bahan makanan untuk *snack 1*:

$$\text{Untuk 3,5 g pisang raja susu} = \frac{3,5}{100} \times 2000 = 70$$

$$\text{Untuk 182 g semangka} = \frac{182}{100} \times 500 = 910$$

Total harga bahan makanan untuk makan siang:

$$\text{Untuk 80,5 g beras giling} = \frac{80,5}{100} \times 1000 = 805$$

$$\text{Untuk 10,5 g ikan mujair} = \frac{10,5}{100} \times 2500 = 262,5$$

$$\text{Untuk 252 g tahu} = \frac{252}{100} \times 600 = 1512$$

$$\text{Untuk 112 g terong} = \frac{112}{100} \times 400 = 448$$

Total harga bahan makanan untuk *snack 2*:

$$\text{Untuk 161 g mangga} = \frac{161}{100} \times 1000 = 1610$$

$$\text{Untuk 276,5 g pepaya} = \frac{276,5}{100} \times 550 = 1520,75$$

Total harga bahan makanan untuk makan sore:

$$\text{Untuk 199,5 g beras giling} = \frac{199,5}{100} \times 1000 = 1995$$

Untuk 276,5 g ayam = $\frac{276,5}{100} \times 2780 = 7686,7$

Untuk 220,5 g kacang panjang = $\frac{220,5}{100} \times 450 = 992,25$

Untuk 87,5 g kol = $\frac{87,5}{100} \times 1000 = 875$

$$\begin{aligned} \text{totHarga} &= 3150 + 2632 + 1988 + 14 + 70 + 910 + 805 + 262,5 + 1512 \\ &\quad + 448 + 1610 + 1520,75 + 1995 + 7686,7 + 992,25 + 875 \\ &= \text{Rp. } 26.471,2 \end{aligned}$$

Karena total harga lebih kecil dari anggaran (35.000), maka nilai penalti harganya adalah 0.

Dengan cara yang sama, nilai penalti harga individu yang lain adalah seperti pada Tabel 3.5 (lihat Lampiran B Perhitungan Manual):

Tabel 3.5 Nilai Penaliti Harga

No	Individu	Penalti
1	Parent 1	0
2	Parent 2	1097,95
3	Parent 3	0
4	Parent 4	0
5	Parent 5	0
6	Child 1	0
7	Child 2	0
8	Child 3	0
9	Child 4	327,95
10	Child 5	0
11	Child 6	0
12	Child 7	0

3.2.2.7 Fitness

$$\text{fitness} = \frac{1}{3132,93 + 0 + 1} = 0,00032$$

Dengan cara yang sama, nilai *fitness* kromosom-kromosom yang lain adalah seperti pada Tabel 3.6:

Tabel 3.6 Nilai Fitness

No	Individu	Fitness
1	Parent 1	0,00032
2	Parent 2	0,00024
3	Parent 3	0,00055
4	Parent 4	0,00030
5	Parent 5	0,00035
6	Child 1	0,00038
7	Child 2	0,00043

Tabel 3.6 Nilai *Fitness*

No	Individu	<i>Fitness</i>
8	Child 3	0,00030
9	Child 4	0,00027
10	Child 5	0,00052
11	Child 6	0,00031
12	Child 7	0,00035

3.2.2.8 Seleksi

Pada proses seleksi, semua individu baik *parent* maupun *offspring* diurutkan berdasarkan nilai *fitness* dan diambil individu-individu terbaik sejumlah *popSize*. Hasil pengurutan individu baik *parent* maupun *offspring* dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Hasil Proses Seleksi

No	Individu	<i>Fitness</i>
1	Parent 3	0,00055
2	Child 5	0,00052
3	Child 2	0,00043
4	Child 1	0,00038
5	Parent 5	0,00035
6	Child 7	0,00035
7	Parent 1	0,00032
8	Child 6	0,00031
9	Parent 4	0,00030
10	Child 3	0,00030
11	Child 4	0,00027
12	Parent 2	0,00024

3.2.2.9 Kromosom Terbaik

Kromosom terbaik merupakan kromosom dengan nilai *fitness* tertinggi dari semua kromosom yang ada. Yaitu kromosom dari populasi awal sampai dengan populasi terakhir sesuai jumlah generasi yang ditentukan. Pada contoh kasus diatas, kromosom terbaik dengan nilai *fitness* terbesar adalah *parent* 3 dengan nilai *fitness* 0,00055.

3.2.3 Perancangan *User Interface*

Pada subbab ini akan dibahas rancangan *user interface* sistem yang akan dibuat. Rancangan *user interface* terdiri dari 3 tampilan, yaitu menu utama, data dan proses algoritma genetika, dan bahan makanan.

3.2.3.1 Tampilan Menu Utama

Tampilan menu utama berfungsi untuk input data gizi, makanan yang dikonsumsi, serta parameter algoritma genetika. Rancangan *user interface* tampilan menu utama dapat dilihat pada Gambar 3.14 berikut:

Gambar 3.14 Tampilan Tab Menu Utama

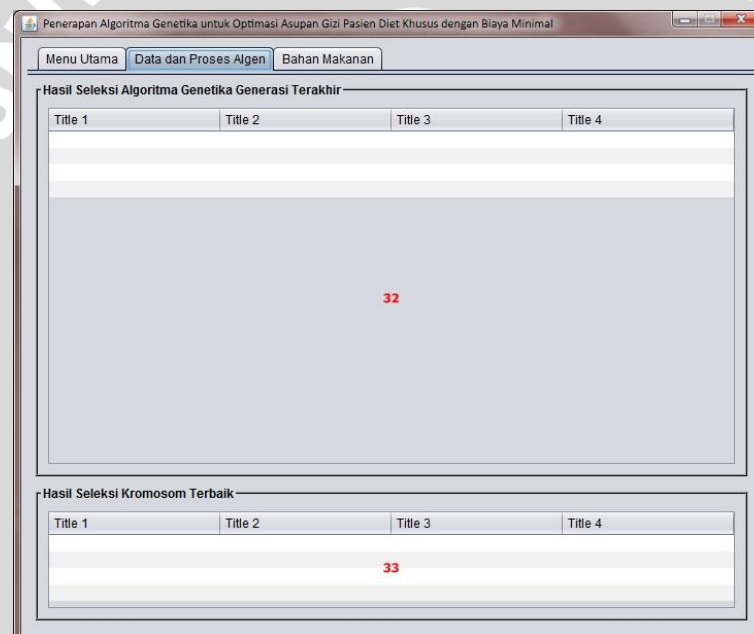
Keterangan:

1. Input data pasien berupa jenis penyakit
2. Input data pasien berupa jenis kelamin
3. Input data pasien berupa usia (tahun)
4. Input data pasien berupa berat badan (kg)
5. Input data pasien berupa tinggi badan (cm)
6. Input data pasien berupa jenis aktivitas
7. Tombol untuk memproses kebutuhan gizi pasien
8. Hasil perhitungan angka metabolisme basal (AMB) pasien
9. Nilai faktor aktivitas pasien
10. Hasil perhitungan kebutuhan energi pasien (kkal)
11. Hasil perhitungan kebutuhan karbohidrat pasien (g)
12. Hasil perhitungan kebutuhan lemak pasien (g)
13. Hasil perhitungan kebutuhan protein pasien (g)
14. Input data total anggaran bahan makanan yang dikonsumsi (Rp)
15. Pilihan jenis menu (makan pagi, siang, sore, atau pelengkap)
16. Pilihan untuk mengaktifkan pembobotan jenis menu makan
17. Tombol untuk membuka jendela pengaturan bobot jenis menu
18. Memilih bahan makanan yang dikonsumsi
19. Daftar bahan makanan yang dikonsumsi berdasarkan jenis menu
20. Tombol untuk mengambil menu makan

21. Tombol untuk menghapus bahan makanan
22. Tombol untuk mengatur ulang menu makan
23. Tombol untuk menyimpan menu makan
24. Input data Algen ukuran populasi
25. Input data Algen banyak generasi
26. Input data Algen nilai probabilitas *crossover* (P_c)
27. Input data Algen nilai probabilitas mutasi (P_m)
28. Input data Algen nilai alpha
29. Tombol untuk membuka jendela pengaturan prioritas gizi
30. Informasi pemrosesan Algen
31. Tombol proses Algen

3.2.3.2 Tampilan Data dan Proses Algoritma Genetika

Tampilan data dan proses algoritma genetika berisi data beserta hasil proses algoritma genetika. Rancangan *user interface* tampilan data dan proses algoritma genetika dapat dilihat pada Gambar 3.15 berikut:



Gambar 3.15 Tampilan Tab Data dan Proses Algoritma Genetika

Keterangan:

32. Hasil seleksi Algen pada generasi terakhir yang berisi nama kromosom, susunan kromosom, nilai *fitness*, harga, nilai energi, nilai protein, nilai lemak, dan nilai karbohidrat
33. Hasil kromosom terbaik dengan detail nama kromosom, susunan kromosom, nilai *fitness*, harga, nilai energi, nilai protein, nilai lemak, dan nilai karbohidrat

3.2.3.3 Tampilan Bahan Makanan

Tampilan bahan makanan digunakan untuk melihat daftar bahan makanan serta mengelola data bahan makanan (menambah, memperbarui, atau menghapus data). Rancangan *user interface* tampilan bahan makanan dapat dilihat pada Gambar 3.16.

Gambar 3.16 Tampilan Tab Bahan Makanan

Keterangan:

34. Pilih daftar bahan makanan yang ingin diketahui berdasarkan jenis penyakit
35. Daftar bahan makanan
36. Input nama bahan makanan yang ingin ditambahkan
37. Input kalori bahan makanan yang ingin ditambahkan
38. Input karbohidrat bahan makanan yang ingin ditambahkan
39. Input lemak bahan makanan yang ingin ditambahkan
40. Input protein bahan makanan yang ingin ditambahkan
41. Input harga bahan makanan yang ingin ditambahkan
42. Input jenis penyakit yang diperbolehkan mengonsumsi bahan makanan tersebut
43. Tombol untuk membuka jendela penambahan gizi mikro
44. Tombol untuk menambah bahan makanan
45. Pilih bahan makanan yang diedit
46. Input nama bahan makanan baru
47. Input kalori bahan makanan baru
48. Input karbohidrat bahan makanan baru
49. Input lemak bahan makanan baru
50. Input protein bahan makanan baru
51. Input harga bahan makanan baru

52. Input jenis penyakit baru yang diperbolehkan mengonsumsi bahan makanan tersebut
53. Tombol untuk membuka jendela pengeditan gizi mikro
54. Tombol untuk meng-*update* bahan makanan
55. Input nama bahan makanan yang akan dihapus
56. Tombol untuk menghapus bahan makanan

3.3 Perancangan Uji Coba dan Evaluasi

Untuk mengevaluasi sistem dilakukan beberapa pengujian antara lain:

1. Uji coba untuk mengetahui pengaruh banyaknya generasi terhadap nilai *fitness* pada sistem optimasi asupan gizi pasien diet khusus dengan biaya minimal menggunakan algoritma genetika.
2. Uji coba untuk mengetahui pengaruh ukuran populasi terhadap nilai *fitness* pada sistem optimasi asupan gizi pasien diet khusus dengan biaya minimal menggunakan algoritma genetika.
3. Uji coba untuk mencari kombinasi probabilitas *crossover* dan mutasi yang terbaik untuk proses algoritma genetika optimasi asupan gizi pada pasien diet khusus dengan biaya minimal.
4. Uji coba untuk membandingkan hasil konsultasi menu gizi yang dilakukan secara manual oleh ahli gizi dengan pengujian pada kasus yang sama dari sistem.

3.3.1 Uji Coba Banyaknya Generasi

Uji coba dilakukan untuk mengetahui pengaruh banyak generasi terhadap nilai *fitness*. Uji coba akan dilakukan 10 kali dan digunakan generasi dengan kelipatan 500 mulai dari 500 sampai dengan 5000 generasi. Banyaknya populasi yang digunakan adalah 50 populasi dengan P_c dan P_m bernilai 0,5. Untuk tabel uji coba dapat dilihat pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Rancangan Uji Coba Banyak Generasi

Banyak Generasi	Nilai <i>Fitness</i>										Rata-rata <i>Fitness</i>
	Percobaan ke-										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
500											
1000											
1500											
...											
4500											
5000											

3.3.2 Uji Coba Ukuran Populasi

Uji coba dilakukan untuk mengetahui pengaruh ukuran populasi terhadap nilai *fitness*. Uji coba akan dilakukan 10 kali dengan P_c dan P_m bernilai 0,5 serta

jumlah generasi adalah 500. Ukuran populasi yang digunakan adalah kelipatan 100 yang dimulai dari 50 sampai dengan 1050. Untuk tabel uji coba dapat dilihat pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Rancangan Uji Coba Ukuran Populasi

Banyak Populasi	Nilai <i>Fitness</i>										Rata-rata <i>Fitness</i>
	Percobaan ke-										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
50											
150											
250											
...											
950											
1050											

3.3.3 Uji Coba Kombinasi Probabilitas *Crossover* dan Mutasi

Uji coba akan dilakukan terhadap sistem untuk mencari kombinasi probabilitas *crossover* dan mutasi yang terbaik. Uji coba akan dilakukan 10 kali dan digunakan kombinasi probabilitas 0 sampai 1 dengan kenaikan dan penurunan 0,1 pada setiap percobaan. Banyaknya generasi dan ukuran populasi adalah nilai yang optimal dari percobaan uji banyak generasi dan ukuran populasi. Untuk tabel uji coba dapat dilihat pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Rancangan Uji Coba Probabilitas *Crossover* dan Mutasi

Kombinasi		Nilai <i>Fitness</i>										Rata-rata <i>Fitness</i>
		Percobaan ke-										
Pc	Pm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0											
0,9	0,1											
0,8	0,2											
0,7	0,3											
0,6	0,4											
0,5	0,5											
0,4	0,6											
0,3	0,7											
0,2	0,8											
0,1	0,9											
0	1											

3.3.4 Uji Coba Sistem

Uji coba dilakukan untuk membandingkan hasil konsultasi menu gizi yang didapatkan dari rumah sakit yang dilakukan secara manual oleh ahli gizi dengan pengujian pada kasus yang sama dari sistem. Pada sistem, uji coba akan dilakukan

10 kali dengan parameter algoritma genetika yang paling optimal berdasarkan hasil percobaan. Untuk tabel uji coba dapat dilihat pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11 Rancangan Uji Coba Sistem

	Energi	Karbohidrat	Lemak	Protein
Kebutuhan				
% Gizi Tercukupi (Manual)				
% Gizi Tercukupi Rata-rata				
% Gizi Tercukupi Minimum				
% Gizi Tercukupi Maksimum				

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB 4 IMPLEMENTASI

4.1 Lingkungan Implementasi

Lingkungan implementasi yang akan dibahas adalah lingkungan implementasi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan untuk membuat sistem optimasi asupan gizi pada pasien diet khusus dengan biaya minimal menggunakan algoritma genetika.

4.1.1 Lingkungan Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam pembuatan sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Prosesor Intel(R) Core(TM) i7 2,00 GHz
2. RAM 4,00 GB
3. *Harddisk* dengan kapasitas 600 GB
4. Monitor 14"

4.1.2 Lingkungan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem operasi Microsoft Windows 7 *ultimate* 64-bit
2. Netbeans 8.0
3. JDK 1.8

4.2 Implementasi Sistem

Pada implementasi sistem ini akan dijelaskan bagaimana tahapan-tahapan sistem untuk menghasilkan nilai gizi yang optimal bagi pasien diet khusus dengan biaya minimal dimana tahapan-tahapan itu akan dijelaskan per tahap sesuai dengan alur kerja algoritma genetika yang telah dibahas pada Bab III. Penjelasan tahapan akan melibatkan potongan-potongan *source code* yang dipanggil oleh sistem untuk menghasilkan nilai gizi yang optimal.

4.2.1 Struktur Data

Struktur data yang digunakan dalam implementasi dapat dilihat pada *Source Code* 4.1 berikut:

```
1 public ArrayList<Kromosom> populasi = null,
2   kromosomTerbaik = null;
```

Source Code 4.1 Struktur Data

Keterangan:

populasi: menyimpan daftar kromosom dimana setiap kromosom mempunyai informasi susunan gen (`double[]`), *fitness* (`double`), harga (`double`), energi (`double`),

karbohidrat (double), lemak (double), protein (double), dan generasi (int) yang menunjukkan berasal dari generasi beberapa kromosom tersebut.

kromosomTerbaik: menyimpan daftar kromosom terbaik dari setiap generasi.

4.2.2 Mengambil Data Bahan Makanan

Pengambilan data bahan makanan dilakukan dengan membaca file “BahanMakanan.txt”. File tersebut berisi informasi data bahan makanan berupa nama makanan, kandungan zat gizi, harga per 100 g, dan jenis-jenis penyakit yang diperbolehkan untuk mengonsumsi bahan makanan tersebut. Source code pengambilan data bahan makanan dapat dilihat pada *Source Code 4.2* berikut:

```

1 public class BahanMakanan {
2     String[][] bahanM = null;
3     String fileName = "BahanMakanan.txt";
4     int jmlKolom = 7;
5     OperasiFile of = new OperasiFile();
6
7     private void inisialisasiBahanM() {
8         String[] tRec = this.of.getRec(this.fileName);
9
10        this.bahanM =
11            new String[tRec.length][this.jmlKolom];
12
13        for (int i = 0; i < tRec.length; i++) {
14            String[] rec = tRec[i].split("\t");
15            for (int j = 0; j < this.jmlKolom; j++) {
16                this.bahanM[i][j] = rec[j];
17            }
18        }
19    }
20 }
21
22 public class OperasiFile {
23     public String[] getRec(String fileName) {
24         File file = new File(fileName);
25         String[] rec = null;
26
27         try {
28             BufferedReader fIn =
29                 new BufferedReader(new FileReader(file));
30             String line = null;
31             ArrayList dt = new ArrayList();
32
33             try {
34                 while ((line = fIn.readLine()) != null) {
35                     dt.add(line);
36                 }
37                 fIn.close();
38             } catch (IOException ex) {
39                 Logger.
40                     getLogger(OperasiFile.class.getName()).
41                     log(Level.SEVERE, null, ex);
42             }
43
44             Object[] objectList = dt.toArray();
45             rec = Arrays.
46                 copyOf(objectList, objectList.length,
47                     String[].class);
48         } catch (FileNotFoundException e) {
49             System.out.println("File tidak ditemukan");

```

```

50     }
51
52     return rec;
53 }
54 }

```

Source Code 4.2 Pengambilan Data Bahan Makanan

4.2.3 Pembangkitan Populasi Awal

Proses pembangkitan populasi awal dilakukan dengan memberi nilai pada gen dari setiap individu kromosom. Jumlah kromosom adalah sesuai dengan *popSize* yang diinputkan oleh *user*. Proses pembangkitan populasi awal dapat dilihat pada *Source Code 4.3* berikut:

```

1  //i=generasi ke-
2  if (i == 0) {
3      for (int k = 0; k < this.popSize; k++) {
4          double[] kromosom = new double[this.jmlGen];
5          for (int j = 0; j < this.jmlGen; j++) {
6              kromosom[j] = this.hlpr.random(0, 1);
7          }
8          this.populasi.add(
9              new Kromosom(kromosom, i, "Parent " + (k + 1)));
10     }
11 }

```

Source Code 4.3 Pembangkitan Populasi Awal

4.2.4 Proses Crossover

Sebelum melakukan proses *crossover*, akan dilakukan proses pemilihan induk yang akan mengalami *crossover* dengan melakukan pembangkitan bilangan acak [0..1] untuk setiap kromosom yang telah dibangkitkan. Nilai bilangan acak yang kurang dari nilai probabilitas *crossover* terpilih menjadi induk yang akan mengalami proses *crossover*. Proses pemilihan induk yang akan mengalami *crossover* dapat dilihat pada *Source Code 4.4* berikut:

```

1  ArrayList<Integer> listKromosom = null;
2  do {
3      listKromosom = new ArrayList<Integer>();
4      for (int k = 0; k < this.popSize; k++) {
5          double rdm = this.hlpr.random(0, 1);
6          if (rdm < this.pc) {
7              listKromosom.add(k);
8          }
9      }
10     if (listKromosom.size() % 2 != 0) {
11         listKromosom.remove(listKromosom.size() - 1);
12     }
13 } while (listKromosom.size() < 2);
14
15 Collections.shuffle(listKromosom);

```

Source Code 4.4 Pemilihan Induk yang Mengalami Crossover

Setelah diketahui kromosom-kromosom yang akan dilakukan proses *crossover*, maka dilakukan proses *crossover* menggunakan metode *whole arithmetic crossover*. Proses *crossover* dapat dilihat pada *Source Code 4.5* berikut:

```

1  for (int k = 0; k < listKromosom.size(); k++) {
2      double[] child1 = new double[this.jmlGen];
3      double[] child2 = new double[this.jmlGen];
4      for (int j = 0; j < this.jmlGen; j++) {
5          child1[j] = (this.populasi.
6              get(listKromosom.get(k + 1)).
7              getKromosom()[j] * this.alpha)
8              +
9              (this.populasi.get(listKromosom.get(k)).
10                 getKromosom()[j] * (1 - this.alpha));
11          child2[j] = (this.populasi.
12              get(listKromosom.get(k)).
13              getKromosom()[j] * this.alpha)
14              +
15              (this.populasi.get(listKromosom.get(k + 1)).
16                 getKromosom()[j] * (1 - this.alpha));
17      }
18      this.populasi.add(
19          new Kromosom(child1, i, "Child " + (k + 1)));
20      this.populasi.add(
21          new Kromosom(child2, i, "Child " + (k + 2)));
22      k++;
23  }

```

Source Code 4.5 Proses Crossover

4.2.5 Proses Mutasi

Proses mutasi dilakukan dengan membangkitkan bilangan acak sejumlah gen pada kromosom. Gen yang mempunyai bilangan acak kurang dari nilai probabilitas mutasi akan terkena mutasi. Proses mutasi dapat dilihat pada *Source Code 4.6* berikut:

```

1  for (int k = 0; k < this.popSize; k++) {
2      double[] populasiMt = new double[this.jmlGen];
3      boolean isChange = false;
4      for (int j = 0; j < this.jmlGen; j++) {
5          double rdm = this.hlpr.random(0, 1);
6          if (rdm < this.pm) {
7              populasiMt[j] = this.hlpr.random(0, 1);
8              isChange = true;
9          } else {
10             populasiMt[j] =
11                 this.populasi.get(k).getKromosom()[j];
12          }
13      }
14      if (isChange) {
15          this.populasi.add(
16              new Kromosom(populasiMt, i, "Child " +
17                  (k + 1 + (this.populasi.size() - this.popSize)))
18              );
19      }
20  }

```

Source Code 4.6 Proses Mutasi

4.2.6 Penghitungan Penalti Gizi

Perhitungan penalti tanpa pembobotan jenis menu makan dilakukan dengan menghitung selisih kecukupan gizi yang dihasilkan dengan kebutuhan gizi. Perhitungan penalti tanpa pembobotan jenis menu makan dapat dilihat pada *Source Code 4.7* berikut:

```

1 //i=populasi ke-
2
3 double totEnergi = 0, totKarbohidrat = 0,
4     totLemak = 0, totProtein = 0;
5 double penaltiGizi = 0, totHarga = 0,
6     fitness = 0, berat = 0;
7
8 int k = 0;
9 if (this.bahanM_Pagi.length > 0) {
10     for (int j = 0; j < this.bahanM_Pagi.length; j++) {
11         berat = this.populasi.get(i).getKromosom()[k] * 350;
12         totEnergi += (berat / 100)
13             * Double.valueOf(this.bahanM_Pagi[j][1]);
14         totKarbohidrat += (berat / 100)
15             * Double.valueOf(this.bahanM_Pagi[j][2]);
16         totLemak += (berat / 100)
17             * Double.valueOf(this.bahanM_Pagi[j][3]);
18         totProtein += (berat / 100)
19             * Double.valueOf(this.bahanM_Pagi[j][4]);
20         totHarga += (berat / 100)
21             * Double.valueOf(this.bahanM_Pagi[j][16]);
22         k++;
23     }
24 }
25
26 if (this.bahanM_Snack1.length > 0) {
27     for (int j = 0; j < this.bahanM_Snack1.length; j++) {
28         berat = this.populasi.get(i).getKromosom()[k] * 350;
29         totEnergi += (berat / 100)
30             * Double.valueOf(this.bahanM_Snack1[j][1]);
31         totKarbohidrat += (berat / 100)
32             * Double.valueOf(this.bahanM_Snack1[j][2]);
33         totLemak += (berat / 100)
34             * Double.valueOf(this.bahanM_Snack1[j][3]);
35         totProtein += (berat / 100)
36             * Double.valueOf(this.bahanM_Snack1[j][4]);
37         totHarga += (berat / 100)
38             * Double.valueOf(this.bahanM_Snack1[j][16]);
39         k++;
40     }
41 }
42
43 if (this.bahanM_Siang.length > 0) {
44     for (int j = 0; j < this.bahanM_Siang.length; j++) {
45         berat = this.populasi.get(i).getKromosom()[k] * 350;
46         totEnergi += (berat / 100)
47             * Double.valueOf(this.bahanM_Siang[j][1]);
48         totKarbohidrat += (berat / 100)
49             * Double.valueOf(this.bahanM_Siang[j][2]);
50         totLemak += (berat / 100)
51             * Double.valueOf(this.bahanM_Siang[j][3]);
52         totProtein += (berat / 100)
53             * Double.valueOf(this.bahanM_Siang[j][4]);
54         totHarga += (berat / 100)
55             * Double.valueOf(this.bahanM_Siang[j][16]);
56         k++;
57     }
58 }
59
60 if (this.bahanM_Snack2.length > 0) {
61     for (int j = 0; j < this.bahanM_Snack2.length; j++) {
62         berat = this.populasi.get(i).getKromosom()[k] * 350;
63         totEnergi += (berat / 100)
64             * Double.valueOf(this.bahanM_Snack2[j][1]);

```

```

65 totKarbohidrat += (berat / 100)
66 * Double.valueOf(this.bahanM_Snack2[j][2]);
67 totLemak += (berat / 100)
68 * Double.valueOf(this.bahanM_Snack2[j][3]);
69 totProtein += (berat / 100)
70 * Double.valueOf(this.bahanM_Snack2[j][4]);
71 totHarga += (berat / 100)
72 * Double.valueOf(this.bahanM_Snack2[j][16]);
73 k++;
74 }
75 }
76
77 if (this.bahanM_Sore.length > 0) {
78     for (int j = 0; j < this.bahanM_Sore.length; j++) {
79         berat = this.populasi.get(i).getKromosom()[k] * 350;
80         totEnergi += (berat / 100)
81         * Double.valueOf(this.bahanM_Sore[j][1]);
82         totKarbohidrat += (berat / 100)
83         * Double.valueOf(this.bahanM_Sore[j][2]);
84         totLemak += (berat / 100)
85         * Double.valueOf(this.bahanM_Sore[j][3]);
86         totProtein += (berat / 100)
87         * Double.valueOf(this.bahanM_Sore[j][4]);
88         totHarga += (berat / 100)
89         * Double.valueOf(this.bahanM_Sore[j][16]);
90         k++;
91     }
92 }
93
94 penaltiGizi = (Math.abs(totEnergi - this.kebEnergi)
95 * this.nilaiPG[0])
96 + (Math.abs(totKarbohidrat - this.kebKarbohidrat)
97 * this.nilaiPG[1])
98 + (Math.abs(totLemak - this.kebLemak) * this.nilaiPG[2])
99 + (Math.abs(totProtein - this.kebProtein)
100 * this.nilaiPG[3]);

```

Source Code 4.7 Penghitungan Penalti Tanpa Pembobotan Jenis Menu Makan

Perhitungan penalti dengan pembobotan jenis menu makan dilakukan dengan menghitung selisih kecukupan gizi yang dihasilkan dengan kebutuhan gizi per jenis menu makan kemudian ditotal. Masing-masing jenis menu makan mempunyai bobot yang ditentukan oleh pengguna. Total seluruh bobot jenis menu makan adalah 100. Perhitungan penalti dengan pembobotan jenis menu makan dapat dilihat pada *Source Code 4.8* berikut:

```

1 //i=populasi ke-
2
3 double[] energi = new double[5], karbohidrat = new double[5],
4 lemak = new double[5], protein = new double[5],
5 penaltiBJM = new double[5];
6 double penaltiGizi = 0, totHarga = 0,
7 fitness = 0, berat = 0;
8
9 int k = 0;
10 if (this.bahanM_Pagi.length > 0) {
11     for (int j = 0; j < this.bahanM_Pagi.length; j++) {
12         berat = this.populasi.get(i).getKromosom()[k] * 350;
13         energi[0] += (berat / 100) *
14             Double.valueOf(this.bahanM_Pagi[j][1]);
15         karbohidrat[0] += (berat / 100) *
16             Double.valueOf(this.bahanM_Pagi[j][2]);

```

```

17         lemak[0] += (berat / 100) *
18             Double.valueOf(this.bahanM_Pagi[j][3]);
19         protein[0] += (berat / 100) *
20             Double.valueOf(this.bahanM_Pagi[j][4]);
21         totHarga += (berat / 100) *
22             Double.valueOf(this.bahanM_Pagi[j][16]);
23         k++;
24     }
25 }
26
27 if (this.bahanM_Snack1.length > 0) {
28     for (int j = 0; j < this.bahanM_Snack1.length; j++) {
29         berat = this.populasi.get(i).getKromosom()[k] * 350;
30         energi[1] += (berat / 100) *
31             Double.valueOf(this.bahanM_Snack1[j][1]);
32         karbohidrat[1] += (berat / 100) *
33             Double.valueOf(this.bahanM_Snack1[j][2]);
34         lemak[1] += (berat / 100) *
35             Double.valueOf(this.bahanM_Snack1[j][3]);
36         protein[1] += (berat / 100) *
37             Double.valueOf(this.bahanM_Snack1[j][4]);
38         totHarga += (berat / 100) *
39             Double.valueOf(this.bahanM_Snack1[j][16]);
40         k++;
41     }
42 }
43
44 if (this.bahanM_Siang.length > 0) {
45     for (int j = 0; j < this.bahanM_Siang.length; j++) {
46         berat = this.populasi.get(i).getKromosom()[k] * 350;
47         energi[2] += (berat / 100) *
48             Double.valueOf(this.bahanM_Siang[j][1]);
49         karbohidrat[2] += (berat / 100) *
50             Double.valueOf(this.bahanM_Siang[j][2]);
51         lemak[2] += (berat / 100) *
52             Double.valueOf(this.bahanM_Siang[j][3]);
53         protein[2] += (berat / 100) *
54             Double.valueOf(this.bahanM_Siang[j][4]);
55         totHarga += (berat / 100) *
56             Double.valueOf(this.bahanM_Siang[j][16]);
57         k++;
58     }
59 }
60
61 if (this.bahanM_Snack2.length > 0) {
62     for (int j = 0; j < this.bahanM_Snack2.length; j++) {
63         berat = this.populasi.get(i).getKromosom()[k] * 350;
64         energi[3] += (berat / 100) *
65             Double.valueOf(this.bahanM_Snack2[j][1]);
66         karbohidrat[3] += (berat / 100) *
67             Double.valueOf(this.bahanM_Snack2[j][2]);
68         lemak[3] += (berat / 100) *
69             Double.valueOf(this.bahanM_Snack2[j][3]);
70         protein[3] += (berat / 100) *
71             Double.valueOf(this.bahanM_Snack2[j][4]);
72         totHarga += (berat / 100) *
73             Double.valueOf(this.bahanM_Snack2[j][16]);
74         k++;
75     }
76 }
77
78 if (this.bahanM_Sore.length > 0) {
79     for (int j = 0; j < this.bahanM_Sore.length; j++) {
80         berat = this.populasi.get(i).getKromosom()[k] * 350;

```

```

81 energi[4] += (berat / 100) *
82     Double.valueOf(this.bahanM_Sore[j][1]);
83 karbohidrat[4] += (berat / 100) *
84     Double.valueOf(this.bahanM_Sore[j][2]);
85 lemak[4] += (berat / 100) *
86     Double.valueOf(this.bahanM_Sore[j][3]);
87 protein[4] += (berat / 100) *
88     Double.valueOf(this.bahanM_Sore[j][4]);
89 totHarga += (berat / 100) *
90     Double.valueOf(this.bahanM_Sore[j][16]);
91 k++;
92 }
93 }
94
95 penaltiBJM[0] = (Math.abs(energi[0] - (this.kebEnergi
96     * this.nilaiBJM[0])) * this.nilaiPG[0])
97     + (Math.abs(karbohidrat[0] - (this.kebKarbohidrat
98     * this.nilaiBJM[0])) * this.nilaiPG[1])
99     + (Math.abs(lemak[0] - (this.kebLemak
100     * this.nilaiBJM[0])) * this.nilaiPG[2])
101     + (Math.abs(protein[0] - (this.kebProtein
102     * this.nilaiBJM[0])) * this.nilaiPG[3]);
103 penaltiBJM[1] = (Math.abs(energi[1] - (this.kebEnergi
104     * this.nilaiBJM[1])) * this.nilaiPG[0])
105     + (Math.abs(karbohidrat[1] - (this.kebKarbohidrat
106     * this.nilaiBJM[1])) * this.nilaiPG[1])
107     + (Math.abs(lemak[1] - (this.kebLemak
108     * this.nilaiBJM[1])) * this.nilaiPG[2])
109     + (Math.abs(protein[1] - (this.kebProtein
110     * this.nilaiBJM[1])) * this.nilaiPG[3]);
111 penaltiBJM[2] = (Math.abs(energi[2] - (this.kebEnergi
112     * this.nilaiBJM[2])) * this.nilaiPG[0])
113     + (Math.abs(karbohidrat[2] - (this.kebKarbohidrat
114     * this.nilaiBJM[2])) * this.nilaiPG[1])
115     + (Math.abs(lemak[2] - (this.kebLemak
116     * this.nilaiBJM[2])) * this.nilaiPG[2])
117     + (Math.abs(protein[2] - (this.kebProtein
118     * this.nilaiBJM[2])) * this.nilaiPG[3]);
119 penaltiBJM[3] = (Math.abs(energi[3] - (this.kebEnergi
120     * this.nilaiBJM[3])) * this.nilaiPG[0])
121     + (Math.abs(karbohidrat[3] - (this.kebKarbohidrat
122     * this.nilaiBJM[3])) * this.nilaiPG[1])
123     + (Math.abs(lemak[3] - (this.kebLemak
124     * this.nilaiBJM[3])) * this.nilaiPG[2])
125     + (Math.abs(protein[3] - (this.kebProtein
126     * this.nilaiBJM[3])) * this.nilaiPG[3]);
127 penaltiBJM[4] = (Math.abs(energi[4] - (this.kebEnergi
128     * this.nilaiBJM[4])) * this.nilaiPG[0])
129     + (Math.abs(karbohidrat[4] - (this.kebKarbohidrat
130     * this.nilaiBJM[4])) * this.nilaiPG[1])
131     + (Math.abs(lemak[4] - (this.kebLemak
132     * this.nilaiBJM[4])) * this.nilaiPG[2])
133     + (Math.abs(protein[4] - (this.kebProtein
134     * this.nilaiBJM[4])) * this.nilaiPG[3]);
135
136 penaltiGizi = penaltiBJM[0] + penaltiBJM[1] + penaltiBJM[2] +
137 penaltiBJM[3] + penaltiBJM[4];

```

Source Code 4.8 Penghitungan Penalti dengan Pembobotan Jenis Menu Makan

4.2.7 Penghitungan *Fitness*

Perhitungan *fitness* diperoleh dengan menghitung 1 per jumlah dari nilai penalti gizi, penalti harga dan 1. Penalti harga akan bernilai 0 jika jumlah anggaran yang disiapkan lebih besar dari biaya yang dibutuhkan untuk membeli bahan makanan. Sebaliknya, jika biaya yang dibutuhkan untuk membeli bahan makanan lebih besar daripada jumlah anggaran, maka penalti harga adalah biaya yang dibutuhkan dikurangi jumlah anggaran. Perhitungan *fitness* dapat dilihat pada *Source Code* 4.9 berikut:

```

1 //i=populasi ke-
2
3 double penaltiHarga = 0;
4 if ((this.anggaran - totHarga) > 0) {
5     penaltiHarga = 0;
6 } else {
7     penaltiHarga = totHarga - this.anggaran;
8 }
9
10 fitness = 1 / (penaltiGizi + penaltiHarga + 1);
11 this.populasi.get(i).setFitness(fitness);
12 this.populasi.get(i).setHarga(tHarga);
13 this.populasi.get(i).setNilaiGizi(
14     totEnergi, totKarbohidrat, totLemak, totProtein);

```

Source Code 4.9 Penghitungan *Fitness*

4.2.8 Proses Seleksi dengan Metode *Elitism*

Proses seleksi pemilihan individu untuk generasi berikutnya dilakukan dengan metode *elitism*. Proses seleksi ini adalah dengan cara mengurutkan besar *fitness* setiap individu dari yang terbesar sampai yang terkecil lalu diambil individu teratas sebanyak jumlah populasi awal. Proses seleksi dapat dilihat pada *Source Code* 4.10 berikut:

```

1 Collections.sort(this.populasi, new Comparator<Kromosom>() {
2     @Override
3     public int compare(Kromosom k1, Kromosom k2) {
4         return Double.compare(
5             k2.getFitness(), k1.getFitness());
6     }
7 });
8
9 do {
10     this.populasi.remove(this.populasi.size() - 1);
11 } while (this.populasi.size() > this.popSize);

```

Source Code 4.10 Proses Seleksi

4.2.9 Proses Pemilihan Kromosom Terbaik

Kromosom terbaik merupakan kromosom yang memiliki nilai *fitness* tertinggi dari semua kromosom. Kromosom terbaik dipilih dari semua kromosom hasil proses algoritma genetika dengan membandingkan hasil *fitness*. Proses pemilihan kromosom terbaik dapat dilihat pada *Source Code* 4.11 berikut:

```

1 Collections.sort(this.kromosomTerbaik,
2     new Comparator<Kromosom>() {
3         @Override

```

```

4 public int compare(Kromosom k1, Kromosom k2) {
5     return Double.compare(
6         k2.getFitness(), k1.getFitness());
7     }
8 }

```

Source Code 4.11 Proses Pemilihan Kromosom Terbaik

4.3 Implementasi Antarmuka

Antarmuka sistem terdiri atas satu *form* yang memiliki tiga *tab*. *Tab* pertama berfungsi untuk input data gizi, makanan yang dikonsumsi, serta parameter algoritma genetika, *tab* kedua berisi data beserta hasil proses algoritma genetika, sedangkan *tab* ketiga digunakan untuk mengelola data bahan makanan (menambah, memperbarui, atau menghapus bahan makanan). Berikut gambar implementasi antarmuka yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 sampai dengan Gambar 4.10.

Input Data Pasien

Jenis Penyakit: ☒ DM ☐ Jantung ☐ Hati ☐ Sehat

Jenis Kelamin: ☐ Laki-laki ☒ Perempuan

Usia (tahun): 49.0

Berat Badan (kg): 52.0

Tinggi Badan (cm): 151.5

Aktivitas: Sedang

Nilai Kebutuhan Gizi Pasien

Nilai AMB: 1196.6 kkal Karbohidrat: 330.56 g

Faktor Aktif: 1.7 Lemak: 45.2 g

Energi: 2034.22 kkal Protein: 76.28 g

Input Data Algoritma Genetika

Ukuran Populasi: 250

Jumlah Generasi: 2500

P. Crossover: 0.9

P. Mutasi: 0.1

Alpha: 0.7

Input Bahan Makanan yang Dikonsumsi

Anggaran (Rp): 40000.0

Jenis Menu: Makan Pagi

Nama	Kal	K	L	P	Harga
beras giling	360	78.9	0.7	6.8	1000
wortel	42	9.3	0.3	1.2	700
buncis	35	7.7	0.2	2.4	600
tahu	68	1.6	4.6	7.8	600
ikan kakap	92	0	0.7	20	2750
minyak kelapa	870	0	98	1	1000

Gambar 4.1 Antarmuka Menu Utama

Penerapan Algoritma Genetika untuk Optimasi Asupan Gizi Pasien Diet Khusus dengan Biaya Minimal

Menu Utama Data dan Proses Algen Bahan Makanan

Hasil Seleksi Algoritma Genetika Generasi Terakhir

...	G...	Na...	Kromosom	En...	Ka...	L...	P...	Har...	Fitr...
1	2...	Chil...	0.12 0.79 0.19 0.23 0.22 0.04 0.0 0.11 0.46 0.69 0.15 0.12 ...	20...	33...	4...	7...	139...	0.3...
2	2...	Chil...	0.12 0.79 0.19 0.2 0.22 0.04 0.0 0.11 0.46 0.69 0.15 0.15 ...	20...	33...	4...	7...	139...	0.3...
3	2...	Chil...	0.12 0.79 0.19 0.19 0.22 0.04 0.0 0.11 0.46 0.69 0.15 0.15 ...	20...	33...	4...	7...	139...	0.3...
4	2...	Chil...	0.12 0.79 0.19 0.19 0.22 0.04 0.0 0.11 0.46 0.69 0.15 0.16 ...	20...	33...	4...	7...	139...	0.3...
5	2...	Chil...	0.12 0.79 0.19 0.19 0.22 0.04 0.0 0.11 0.46 0.69 0.15 0.16 ...	20...	33...	4...	7...	139...	0.3...
6	2...	Chil...	0.12 0.79 0.19 0.18 0.22 0.04 0.0 0.11 0.46 0.69 0.15 0.17 ...	20...	33...	4...	7...	139...	0.3...
7	2...	Chil...	0.12 0.79 0.19 0.17 0.22 0.04 0.0 0.11 0.46 0.69 0.15 0.17 ...	20...	33...	4...	7...	139...	0.3...
8	2...	Chil...	0.12 0.79 0.19 0.17 0.22 0.04 0.0 0.11 0.46 0.69 0.15 0.17 ...	20...	33...	4...	7...	139...	0.3...
9	2...	Chil...	0.12 0.79 0.19 0.17 0.22 0.04 0.0 0.11 0.46 0.69 0.15 0.17 ...	20...	33...	4...	7...	139...	0.3...
10	2...	Chil...	0.12 0.79 0.19 0.17 0.22 0.04 0.0 0.11 0.46 0.69 0.15 0.17 ...	20...	33...	4...	7...	139...	0.3...
11	2...	Chil...	0.12 0.79 0.19 0.17 0.22 0.04 0.0 0.11 0.46 0.69 0.15 0.17 ...	20...	33...	4...	7...	139...	0.3...
12	2...	Chil...	0.12 0.79 0.19 0.16 0.22 0.04 0.0 0.11 0.46 0.69 0.15 0.19 ...	20...	33...	4...	7...	139...	0.3...
13	2...	Chil...	0.12 0.79 0.19 0.17 0.22 0.04 0.0 0.11 0.46 0.69 0.15 0.18 ...	20...	33...	4...	7...	139...	0.3...
14	2...	Chil...	0.12 0.79 0.19 0.17 0.22 0.04 0.0 0.11 0.46 0.69 0.15 0.18 ...	20...	33...	4...	7...	139...	0.3...
15	2...	Chil...	0.12 0.79 0.19 0.16 0.22 0.04 0.0 0.11 0.46 0.69 0.15 0.18 ...	20...	33...	4...	7...	139...	0.3...
16	2...	Chil...	0.12 0.79 0.19 0.16 0.22 0.04 0.0 0.11 0.46 0.69 0.15 0.19 ...	20...	33...	4...	7...	139...	0.3...
17	2...	Chil...	0.12 0.79 0.19 0.16 0.22 0.04 0.0 0.11 0.46 0.69 0.15 0.19 ...	20...	33...	4...	7...	139...	0.3...
18	2...	Chil...	0.12 0.79 0.19 0.15 0.22 0.04 0.0 0.11 0.46 0.69 0.15 0.19 ...	20...	33...	4...	7...	139...	0.3...
19	2...	Chil...	0.12 0.79 0.19 0.15 0.22 0.04 0.0 0.11 0.46 0.69 0.15 0.2 0...	20...	33...	4...	7...	139...	0.3...
20	2...	Chil...	0.12 0.79 0.19 0.15 0.22 0.04 0.0 0.11 0.46 0.69 0.15 0.2 0...	20...	33...	4...	7...	139...	0.3...

Hasil Seleksi Kromosom Terbaik

Generasi ...	Nama	Kromosom	Energi	Karbohidrat	Lemak	Protein	Harga	Fitness
2490	Child 489	0.12 0.79 ...	2034.21	337.23	45.24	76.29	13988.49	0.32831

Gambar 4.2 Antarmuka Data dan Proses Algoritma Genetika

Penerapan Algoritma Genetika untuk Optimasi Asupan Gizi Pasien Diet Khusus dengan Biaya Minimal

Menu Utama

Data dan Proses Algen

Bahan Makanan

Detail Kromosom Terbaik

Gen	Nama Makan...	Berat...	Har...	En...	Ka...	L...	Pr...	Ka...	Fo...	Fe	Vit A	V...	Vi...	Na	K...	Air	Je...
0.125	beras giling	43.61	436...	15...	34...	0...	2...	2.62	61...	0...	0.0	0...	0.0	2.18	4...	43...	Ma...
0.789	wortel	276.26	193...	11...	25...	0...	3...	10...	10...	2...	0.0	0...	1...	19...	6...	24...	Ma...
0.188	buncis	65.82	394...	23...	5.07	0...	1...	42...	28...	0...	41...	0...	1...	0.0	0.0	58...	Ma...
0.233	tahu	81.45	488...	55...	1.3	3...	6...	10...	51...	0...	0.0	0.0	9.77	1...	69...	Ma...	
0.217	ikan kakap	76.04	209...	69...	0.0	0...	1...	15...	15...	0...	22...	0.0	0.0	57...	3...	0.0	Ma...
0.037	minyak kelapa	13.07	130...	11...	0.0	1...	0...	0.39	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Ma...
0.005	teh	1.74	17...	2.3	1.18	0...	0...	12.5	4.62	0...	0.04	0.0	0.0	0.17	0.0	0.13	Sn...
0.111	gula pasir	39.0	409...	14...	36...	0.0	0.0	1.95	0.39	0...	0.0	0.0	0.0	0.12	0...	0.11	Sn...
0.46	beras giling	160.87	160...	57...	12...	1...	1...	9.65	22...	1...	0.0	0.0	0.0	8.04	1...	16...	Ma...
0.686	wortel	240.2	168...	10...	22...	0...	2...	93...	88...	1...	0.0	0.0	1...	16...	5...	21...	Ma...
0.149	jagung muda ...	52.1	208...	17...	3.86	0...	1...	3.65	52.1	0...	10...	0...	4...	0.0	0.0	46...	Ma...
0.116	tahu	40.43	242...	27...	0.65	1...	3...	50...	25...	0...	0.0	0.0	4.85	6...	34...	Ma...	
0.156	ikan kakap	54.61	150...	50...	0.0	0...	1...	10...	10...	0...	16...	0...	0.0	41.5	2...	0.0	Ma...
0.024	minyak kelapa	8.35	83...	72...	0.0	8...	0...	0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Ma...
0.491	tomat	171.72	601...	34...	7.21	0...	1...	8.59	46...	0...	25...	0.1	6...	0.0	0.0	16...	Sn...
0.058	gula pasir	20.42	214...	74...	19...	0.0	0.0	1.02	0.2	0...	0.0	0.0	0.0	0.06	0.1	1.1	Sn...
0.404	beras giling	64.49	644...	93...	59...	0...	4...	3.07	99...	0...	0.0	0.0	0.0	3.09	6...	64...	Ma...

Keb. Energi: 2034.22 Kal

Keb. Karbohidrat: 330.56 g

Keb. Lemak: 45.2 g

Keb. Protein: 76.28 g

Energi Tercukupi: 2034.21 Kal

Karbohidrat Tercukupi: 337.23 g

Lemak Tercukupi: 45.24 g

Protein Tercukupi: 76.29 g

% Energi Ter.: 100.0 %

% Karbohidrat Ter.: 102.02 %

% Lemak Ter.: 100.09 %

% Protein Ter.: 100.01 %

Kalsium: 566.91

Vit. A: 4306.93

Na: 497.55

Air: 1186.05

Fosfor: 1147.54

Vit. B1: 1.04

Kalium: 2366.7

Fe: 12.04

Vit. C: 116.8

Kolesterol: 0.0

Gambar 4.3 Antarmuka Detail Kromosom Terbaik

Penerapan Algoritma Genetika untuk Optimasi Asupan Gizi Pasien Diet Khusus dengan Biaya Minimal

Menu Utama Data dan Proses Algen Bahan Makanan

Daftar Bahan Makanan

☒ Diabetes Melitus ☐ Jantung ☐ Hati ☐ Sehat

Nama	K...	Kar...	Le...	Prot...	Harga
agar agar	0	0	0.2	0	5000
apel	58	14.9	0.4	0.3	1800
ayam	302	0	25	18.2	2780
bayam	36	6.5	0.5	3.5	800
beras giling	360	78.9	0.7	6.8	1000
beras ketan hitam	356	78	0.7	7	1100
beras ketan putih	362	79.4	0.7	6.7	1200
beras merah tumbuk	359	77.6	0.9	7.5	1400

Tambah Bahan Makanan

Nama Bahan M.: beras

Kalori: 360

Karbohidrat: 78.9

Lemak: 0.7

Protein: 6.8

Harga: 1000

Tambah ke: ☐ D. Melitus ☐ Jantung ☐ Hati ☒ Sehat

Gizi Mikro Tambah Bahan M.

Edit Bahan Makanan

Pilih Bahan M.: agar agar

Nama Bahan M.: agar agar

Kalori: 0

Karbohidrat: 0

Lemak: 0.2

Protein: 0

Harga: 5000

Dikonsumsi: ☒ D. Melitus ☐ Jantung ☐ Hati ☒ Sehat

Gizi Mikro Update Bahan M.

Hapus Bahan Makanan

Nama Bahan M.: agar agar

Hapus Bahan M.

Gambar 4.4 Antarmuka Data Makanan

Penerapan Algoritma Genetika untuk Optimasi Asupan Gizi Pasien Diet Khusus dengan Biaya Minimal

Menu Utama Data dan Proses Algen Bahan Makanan

Input Data Pasien

Jenis Penyakit: ☒ DM ☐ Jantung ☐ Hati ☐ Sehat

Jenis Kelamin: ☐ Laki-laki ☒ Perempuan

Usia (tahun): 49.0

Berat Badan (kg): 52.0

Tinggi Badan (cm): 151.5

Aktivitas: Sedang

Hitung

Nilai Kebutuhan Gizi Pasien

Nilai AMB: 1196.6 kkal Karbohidrat: 330.56 g

Faktor Aktv: 1.7 Lemak: 45.2 g

Energi: 2034.22 kkal Protein: 76.28 g

Input Bahan Makanan yang Dikonsumsi

Anggaran (Rp): 40000.0 ☐ BJM

agar agar

	L	P	Harga
0.7	6.8	1000	
0.3	1.2	700	
0.2	2.4	600	
68	1.6	4.6	
7.8	7.8	600	
0	0.7	20	
2750	1	1000	

Simpan Menu Makanan

Nama Menu: Menu 2

Simpan

Input Data Algoritma Genetika

Ukuran Populasi: 250

Jumlah Generasi: 2500

P. Crossover: 0.9

P. Mutasi: 0.1

Alpha: 0.7

Prioritas Gizi

Load Hapus Reset Simpan

Proses Algen

Gambar 4.5 Antarmuka Menyimpan Menu Makan

Penerapan Algoritma Genetika untuk Optimasi Asupan Gizi Pasien Diet Khusus dengan Biaya Minimal

Menu Utama | **Data dan Proses Algen** | **Bahan Makanan**

Input Data Pasien

Jenis Penyakit: ☒ DM ☐ Jantung ☐ Hati ☐ Sehat

Jenis Kelamin: ☐ Laki-laki ☒ Perempuan

Usia (tahun): 49.0

Berat Badan (kg): 52.0

Tinggi Badan (cm): 151.5

Aktivitas: Sedang

Hitung

Nilai Kebutuhan Gizi Pasien

Nilai AMB: 1196.6 kkal Karbohidrat: 330.56 g

Faktor Aktv: 1.7 Lemak: 45.2 g

Energi: 2034.22 kkal Protein: 76.28 g

Input Data Algoritma Genetika

Ukuran Populasi: 250

Jumlah Generasi: 2500

P. Crossover: 0.9

P. Mutasi: 0.1

Alpha: 0.7

Prioritas Gizi

Muat Menu Makanan

Nama Menu: Menu 2

Menu 2

Hapus Update Load

Input Bahan Makanan yang Dikonsumsi

BJM

agar agar

P Harga

Load Hapus Reset Simpan

Proses Algen

Gambar 4.6 Antarmuka Memanggil Menu Makan

Penerapan Algoritma Genetika untuk Optimasi Asupan Gizi Pasien Diet Khusus dengan Biaya Minimal

Menu Utama | **Data dan Proses Algen** | **Bahan Makanan**

Input Data Pasien

Jenis Penyakit: ☒ DM ☐ Jantung ☐ Hati ☐ Sehat

Jenis Kelamin: ☐ Laki-laki ☒ Perempuan

Usia (tahun): 49.0

Berat Badan (kg): 52.0

Tinggi Badan (cm): 151.5

Aktivitas: Sedang

Hitung

Nilai Kebutuhan Gizi Pasien

Nilai AMB: 1196.6 kkal Karbohidrat: 330.56 g

Faktor Aktv: 1.7 Lemak: 45.2 g

Energi: 2034.22 kkal Protein: 76.28 g

Input Data Algoritma Genetika

Ukuran Populasi: 250

Jumlah Generasi: 2500

P. Crossover: 0.9

P. Mutasi: 0.1

Alpha: 0.7

Prioritas Gizi

Prioritas Gizi

Energi: 0.2

Karbohidrat: 0.3

Lemak: 1.0

Protein: 0.5

Simpan

Input Bahan Makanan yang Dikonsumsi

BJM

agar agar

P Harga

Load Hapus Reset Simpan

Proses Algen

Gambar 4.7 Antarmuka Mengatur Prioritas Gizi

Penerapan Algoritma Genetika untuk Optimasi Asupan Gizi Pasien Diet Khusus dengan Biaya Minimal

Menu Utama Data dan Proses Algen Bahan Makanan

Input Data Pasien

Jenis Penyakit: ☒ DM ☐ Jantung
☐ Hati ☐ Sehat

Jenis Kelamin: ☐ Laki-laki ☒ Perempuan

Usia (tahun): 49.0

Berat Badan (kg): 52.0

Tinggi Badan (cm): 151.5

Aktivitas: Sedang

Hitung Kebutuhan

Nilai Kebutuhan Gizi Pasien

Nilai AMB: 1196.6 kkal Karbohidrat: 330.56 g
 Faktor Aktif: 1.7 Lemak: 45.2 g
 Energi: 2034.22 kkal Protein: 76.28 g

Bobot Jenis Menu

Makan Pagi: 25.0
 Snack 1: 5.0
 Makan Siang: 35.0
 Snack 2: 10.0
 Makan Sore: 25.0

Simpan

Input Data Algoritma Genetika

Ukuran Populasi: 250
 Jumlah Generasi: 2500
 P. Crossover: 0.9
 P. Mutasi: 0.1
 Alpha: 0.7

Prioritas Gizi

Load Hapus Reset Simpan

Proses Algen

Daftar Makanan yang Dikonsumsi

Pagi: ☒ BJM

agar agar

K	L	P	Harga
78.9	0.7	6.8	1000
9.3	0.3	1.2	700
7.7	0.2	2.4	600
1.6	4.6	7.8	600
0	0.7	20	2750
0	98	1	1000

Gambar 4.8 Antarmuka Mengatur Bobot Jenis Menu Makan

Penerapan Algoritma Genetika untuk Optimasi Asupan Gizi Pasien Diet Khusus dengan Biaya Minimal

Menu Utama Data dan Proses Algen Bahan Makanan

Daftar Bahan Makanan

☒ Diabetes Melitus ☐ Jantung ☐ Hati

Nama	K...	Kar...	L...
agar agar	0	0	0
apel	58	14.9	0
ayam	302	0	2
bayam	36	6.5	0
beras giling	360	78.9	0
beras ketan hitam	356	78	0
beras ketan putih	362	79.4	0
beras merah tumbuk	359	77.6	0

Tambah Bahan Makanan

Nama Bahan M.: beras

Kalori: 360

Karbohidrat: 78.9

Lemak: 0.7

Protein: 6.8

Harga: 1000

Tambah ke: ☐ D. Melitus ☐ Jantung ☐ Hati ☒ Sehat

Gizi Mikro Tambah Bahan M.

Gizi Mikro (Tambah)

Kalsium: 0.0
 Fosfor: 0.0
 Fe: 0.0
 Vit. A: 0.0
 Vit. B1: 0.0
 Vit. C: 0.0
 Na: 0.0
 Kalium: 0.0
 Kolesterol: 0.0
 Air: 0.0
 Bdd: 100.0

Simpan

Edit Bahan Makanan

Nama M.: agar agar

Bahan M.: agar agar

0

0

0.2

0

5000

msi: ☒ D. Melitus
☐ Jantung
☐ Hati
☒ Sehat

Gizi Mikro Update Bahan M.

Bahan Makanan

Bahan M.: agar agar

Hapus Bahan M.

Gambar 4.9 Antarmuka Tambah Gizi Mikro

Penerapan Algoritma Genetika untuk Optimasi Asupan Gizi Pasien Diet Khusus dengan Biaya Minimal

Menu Utama Data dan Proses Algen Bahan Makanan

Daftar Bahan Makanan

☒ Diabetes Melitus ☐ Jantung ☐ Hati

Nama	K...	Kar...	L...
agar agar	0	0	0
apel	58	14.9	0
ayam	302	0	2
bayam	36	6.5	0
beras giling	360	78.9	0
beras ketan hitam	356	78	0
beras ketan putih	362	79.4	0
beras merah tumbuk	359	77.6	0

Tambah Bahan Makanan

Nama Bahan M.: beras

Kalori: 360

Karbohidrat: 78.9

Lemak: 0.7

Protein: 6.8

Harga: 1000

Tambah ke: ☐ D. Melitus ☐ Jantung ☐ Hati ☒ Sehat

Gizi Mikro

Edit Bahan Makanan

Bahan M.: agar agar

Bahan M.: agar agar

0

0

0.2

0

5000

msi: ☒ D. Melitus ☐ Jantung ☐ Hati ☒ Sehat

Gizi Mikro Update Bahan M.

Bahan Makanan

Bahan M.: agar agar

Hapus Bahan M.

Gizi Mikro (Edit)

Kalsium: 400.0

Fosfor: 125.0

Fe: 5.0

Vit. A: 0.0

Vit. B1: 0.0

Vit C: 0.0

Na: 0.0

Kalium: 0.0

Kolesterol: 0.0

Air: 17.8

Bdd: 100.0

Simpan

Gambar 4.10 Antarmuka Edit Gizi Mikro

BAB 5 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini akan dibahas dan dianalisis hasil uji coba yang telah dilakukan dalam optimasi asupan gizi pasien diet khusus dengan biaya minimal menggunakan algoritma genetika. Terdapat 2 pengujian yang dilakukan yaitu pengujian parameter algoritma genetika (banyak generasi, ukuran populasi, probabilitas *crossover* – mutasi) dan pengujian sistem. Pengujian ini kemudian dianalisa untuk diambil suatu kesimpulan dari penelitian ini.

5.1 Pengujian Parameter Algoritma Genetika

Pengujian dilakukan dengan menggunakan salah satu hasil konsultasi menu gizi yang didapatkan dari rumah sakit yang dilakukan secara manual oleh ahli gizi. Data pasien adalah berjenis kelamin perempuan yang berusia 63 tahun, berat badan 55 kg, tinggi badan 141 cm, dan menderita penyakit diabetes melitus. Kategori aktifitas pasien adalah sedang. Bahan makanan yang dikonsumsi pasien dengan total anggaran Rp 40.000 adalah sebagai berikut:

Makan pagi : nasi putih, daging sapi, tempe kacang kedele, kangkung
 Snack 1 : pisang kepok, pepaya
 Makan siang : nasi putih, ikan mas, kacang panjang, toge
 Snack 2 : agar-agar, apel, susu skim
 Makan sore : nasi putih, daging ayam, buncis, wortel, minyak kelapa sawit

5.1.1 Hasil dan Analisa Uji Coba Banyaknya Generasi

Pada uji coba ini dilakukan pengujian banyak generasi terhadap perubahan nilai *fitness*. Jumlah populasi yang digunakan sebesar 50 individu dengan banyak generasi kelipatan 500 mulai dari 500 hingga 5000 generasi, nilai probabilitas *crossover* 0,5, nilai probabilitas mutasi 0,5, nilai alpha 0,7, dan nilai prioritas gizi masing-masing 1. Setiap generasi dilakukan 10 kali percobaan menggunakan penghitungan yang tidak membobotkan jenis menu makan. Dari uji coba tersebut akan diketahui pengaruh perubahan banyak generasi terhadap besar nilai *fitness* yang dihasilkan. Untuk hasil dari percobaan bisa dilihat pada Tabel 5.1.

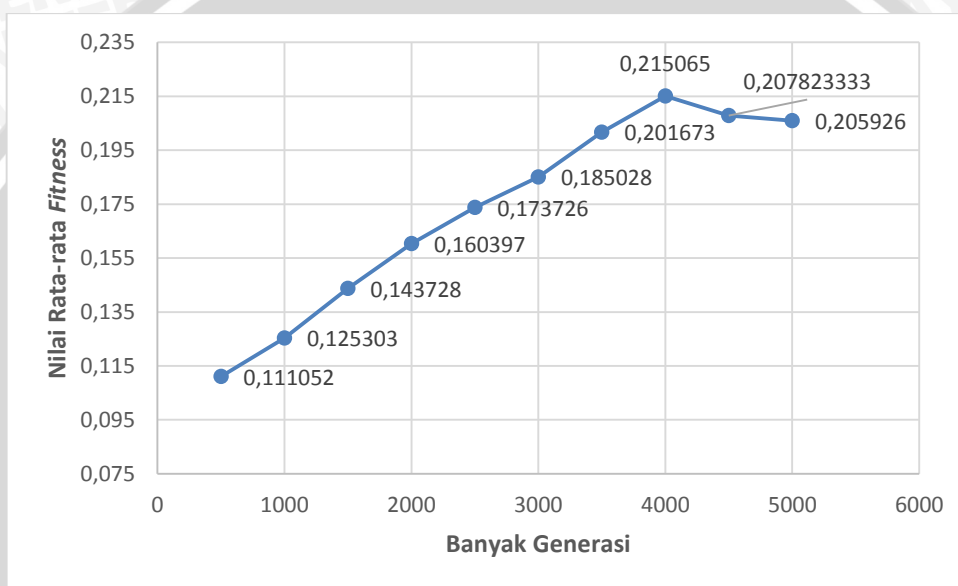
Tabel 5.1 Hasil Percobaan Banyaknya Generasi

Banyak Generasi	Nilai <i>Fitness</i>										Rata- rata <i>Fitness</i>
	Percobaan ke-										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
500	.11458	.08204	.17344	.07915	.07118	.10394	.11992	.10967	.17767	.07893	.111052
1000	.13932	.07506	.16114	.1225	.18781	.10379	.11864	.14956	.06221	.133	.125303
1500	.1524	.09437	.16668	.14534	.11525	.13176	.10941	.09573	.2025	.22384	.143728
2000	.14231	.17863	.25671	.1328	.17663	.16025	.18935	.15137	.0744	.14152	.160397
2500	.22484	.12127	.22498	.17654	.12606	.18515	.14681	.12515	.21592	.19054	.173726
3000	.12165	.15157	.21319	.15054	.16622	.21915	.2502	.2106	.1519	.21526	.185028
3500	.11496	.15817	.19327	.19321	.23329	.26912	.14048	.13667	.27097	.30659	.201673

Tabel 5.1 Hasil Percobaan Banyaknya Generasi

Banyak Generasi	Nilai <i>Fitness</i>										Rata- rata <i>Fitness</i>
	Percobaan ke-										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
4000	.45392	.23052	.20024	.13835	.23524	.22996	.16383	.17775	.13656	.18428	.215065
4500	.16826	.15743	.24624	.26204	.23308	.20195	.26249	0.20293	.19718	.14174	.207823
5000	.16947	.21243	.21656	.17016	.1684	.16521	.202	.19474	.41794	.14235	.205926

Dari data tersebut dapat dibuat sebuah grafik untuk melihat perbedaan dari hasil pengujian banyak generasi terhadap nilai *fitness* yang dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Grafik Hasil Uji Coba Banyaknya Generasi

Dari Gambar 5.1 dapat dilihat pada banyak generasi 500 hingga 4000 nilai rata-rata *fitness* selalu mengalami kenaikan. Kemudian pada banyak generasi 4000 hingga 5000 nilai rata-rata *fitness* mengalami penurunan. Pada umumnya, semakin banyak generasi maka berpengaruh terhadap nilai rata-rata *fitness* yang didapatkan. Pada setiap satu generasi, akan dilakukan beberapa kali proses *crossover* dan mutasi, dimana pada proses ini individu baru akan dihasilkan. Semakin sering proses *crossover* dan mutasi dilakukan maka individu baru yang terbentuk akan semakin banyak dan variasi nilai *fitness* akan semakin beragam. Sehingga peluang untuk mendapatkan nilai *fitness* yang tinggi semakin besar. Namun, dengan melihat grafik pada Gambar 5.1, jumlah generasi yang banyak tidak menjamin akan menghasilkan nilai *fitness* yang besar dan jumlah generasi yang kecil tidak menjamin akan menghasilkan nilai *fitness* yang kecil pula. Hal tersebut dikarenakan pembangkitan awal individu (*starting point*) yang dilakukan secara *random* dalam proses algoritma genetika. Selain itu, semakin banyak generasi juga berpengaruh pada waktu pemrosesan algoritma genetika yang semakin lama.

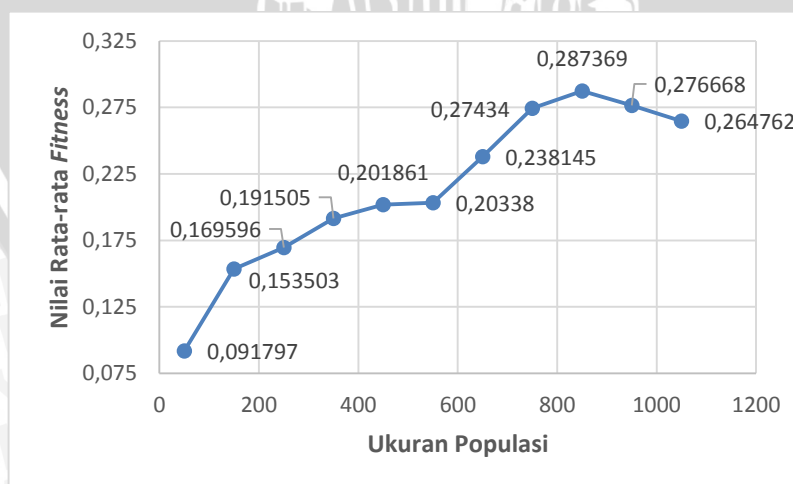
5.1.2 Hasil dan Analisa Uji Coba Ukuran Populasi

Pada uji coba ini dilakukan pengujian ukuran populasi terhadap perubahan nilai *fitness*. Banyak generasi yang digunakan adalah 500 dengan ukuran populasi kelipatan 100 mulai dari 50 hingga 1050 populasi, nilai probabilitas *crossover* 0,5, nilai probabilitas mutasi 0,5, nilai alpha 0,7, dan nilai prioritas gizi masing-masing 1. Setiap populasi dilakukan 10 kali percobaan menggunakan penghitungan yang tidak membobotkan jenis menu makan. Dari uji coba tersebut akan diketahui pengaruh perubahan ukuran populasi terhadap besar nilai *fitness* yang dihasilkan. Untuk hasil dari percobaan bisa dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil Percobaan 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	
50	.08315	.09549	.09202	.08684	.06103	.06088	.06114	.19057	.13508	.05177	.091797
150	.14909	.18605	.12402	.10508	.21015	.1258	.13207	.11354	.11931	.26992	.153503
250	.1755	.13723	.14382	.31597	.23675	.14164	.14516	.17325	.0719	.15474	.169596
350	.20619	.12311	.15016	.199	.16015	.23392	.12595	.21799	.15245	.34613	.191505
450	.16546	.20586	.18823	.18876	.19119	.26701	.19202	.16132	.22366	.2351	.201861
550	.18871	.18771	.19248	.2069	.25813	.16029	.21971	.24869	.20336	.16782	.20338
650	.23372	.23227	.15717	.40571	.1934	.39834	.16504	.17843	.21593	.20144	.238145
750	.26442	.23509	.62975	.22898	.35816	.2146	.18673	.26209	.20691	.15667	.27434
850	.25101	.39296	.18008	.4637	.26401	.39056	.20445	.23568	.19102	.30022	.287369
950	.30425	.41472	.21493	.27291	.36618	.35056	.18306	.20605	.3091	.14492	.276668
1050	.19744	.29558	.43425	.26627	.17753	.25166	.20096	.23426	.385	.20467	.264762

Dari data tersebut dapat dibuat sebuah grafik untuk melihat perbedaan dari hasil pengujian ukuran populasi terhadap nilai *fitness* yang dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Grafik Hasil Uji Coba Ukuran Populasi

Dari Gambar 5.2 dapat dilihat pada ukuran populasi 50 hingga 850 nilai rata-rata *fitness* selalu mengalami kenaikan. Kemudian pada ukuran populasi 850 hingga 1050 nilai rata-rata *fitness* mengalami penurunan. Pada umumnya, semakin besar ukuran populasi maka berpengaruh terhadap nilai rata-rata *fitness* yang didapatkan. Ukuran populasi mempengaruhi pembangkitan awal individu dan juga jumlah individu baru yang dihasilkan. Dengan adanya proses *crossover* dan mutasi dalam ukuran populasi yang besar, memungkinkan jumlah individu baru yang dihasilkan juga semakin besar dan beragam. Tentunya hal ini akan berpengaruh terhadap variasi *fitness* yang dihasilkan oleh individu-individu baru. Sehingga peluang untuk mendapatkan nilai *fitness* yang tinggi semakin besar. Namun, dengan melihat grafik pada Gambar 5.2, ukuran populasi yang besar tidak menjamin akan menghasilkan nilai *fitness* yang besar pula dan jumlah generasi yang kecil tidak menjamin akan menghasilkan nilai *fitness* yang kecil. Hal tersebut dikarenakan pembangkitan awal individu yang dilakukan secara *random* dalam proses algoritma genetika. Selain itu, semakin besar ukuran populasi juga berpengaruh pada waktu pemrosesan algoritma genetika yang semakin lama.

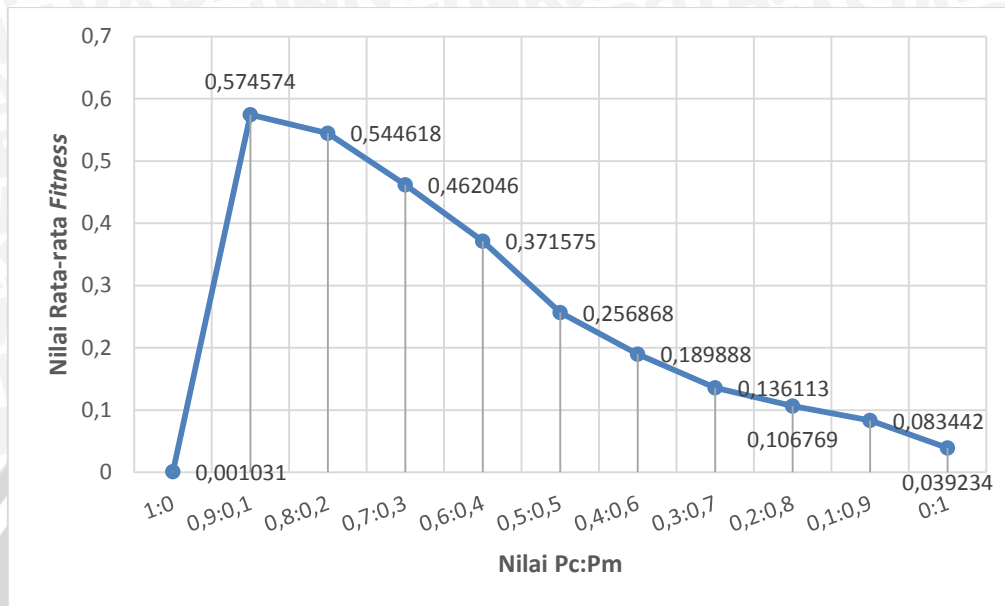
5.1.3 Hasil dan Analisa Uji Coba Percobaan Kombinasi P_c dan P_m

Pada uji coba ini dilakukan pengujian kombinasi nilai probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi terhadap perubahan nilai *fitness*. Banyak generasi yang digunakan adalah 2500 dengan populasi sebesar 250 individu, nilai probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi antara 0 hingga 1, nilai α 0,7, dan nilai prioritas gizi masing-masing 1. Setiap kombinasi nilai probabilitas *crossover* dan mutasi dilakukan 10 kali percobaan menggunakan penghitungan yang tidak membobotkan jenis menu makan. Dari uji coba tersebut akan diketahui pengaruh kombinasi P_c dan P_m terhadap besar nilai *fitness* yang dihasilkan. Untuk hasil dari percobaan bisa dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil Percobaan Kombinasi P_c dan P_m

Kombinasi		Nilai <i>Fitness</i>										Rata-rata <i>Fitness</i>
		Percobaan ke-										
Pc	Pm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0	.00096	.00085	.00083	.00185	.00108	.00102	.00092	.00112	.00061	.00107	.001031
0,9	0,1	.56901	.59218	.47094	.37946	.26885	.85529	.84858	.22857	.67904	.85382	.574574
0,8	0,2	.16897	.50753	.60084	.62058	.56357	.77031	.94213	.68057	.16377	.42791	.544618
0,7	0,3	.31747	.21478	.75832	.33649	.64443	.45212	.55295	.33077	.57405	.43908	.462046
0,6	0,4	.36644	.19378	.40351	.37762	.23457	.39348	.22766	.46943	.28455	.76471	.371575
0,5	0,5	.20719	.25462	.46065	.34827	.15891	.26206	.27069	.21941	.21882	.16806	.256868
0,4	0,6	.21199	.17893	.25039	.10443	.25736	.16129	.27429	.14422	.15812	.15786	.189888
0,3	0,7	.18283	.1054	.18238	.10944	.18093	.10025	.11325	.1554	.08792	.14333	.136113
0,2	0,8	.14629	.0492	.09903	.07742	.20353	.09781	.11367	.07896	.07177	.13001	.106769
0,1	0,9	.09484	.12009	.06004	.05273	.07129	.10313	.14213	.037	.0648	.08837	.083442
0	1	.03495	.02978	.07363	.07375	.02103	.03257	.03195	.03663	.02682	.03123	.039234

Dari data tersebut dapat dibuat sebuah grafik untuk melihat perbedaan dari hasil pengujian kombinasi nilai probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi terhadap nilai *fitness* yang dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Grafik Hasil Uji Coba Kombinasi P_c dan P_m

Dari Gambar 5.3 dapat dilihat bahwa semakin kecil nilai probabilitas *crossover* (semakin besar nilai probabilitas mutasi) maka nilai rata-rata *fitness* yang didapat semakin rendah. Hal ini disebabkan kemampuan algoritma genetika yang semakin menurun untuk belajar dari generasi sebelumnya dan tidak mampu untuk mengeksplorasi daerah *optimum local*. Namun jika probabilitas *crossover* terlalu besar dan probabilitas mutasi terlalu kecil akan menurunkan kemampuan algoritma genetika untuk mengeksplorasi daerah pencarian.

5.2 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan dengan membandingkan hasil konsultasi menu gizi yang didapatkan dari rumah sakit yang dilakukan secara manual oleh ahli gizi dengan pengujian pada kasus yang sama dari sistem. Dari rumah sakit tersebut didapatkan 10 hasil konsultasi pasien dengan penyakit diabetes melitus, jantung, dan hati.

5.2.1 Kasus 1

Pasien berjenis kelamin perempuan berusia 63 tahun, berat badan 55 kg, tinggi badan 141 cm, dan menderita penyakit diabetes melitus. Kategori aktifitas pasien adalah sedang.

Parameter algoritma genetika yang digunakan adalah sebagai berikut:

Banyak generasi : 2500
 Ukuran populasi : 250
 P_c : 0,9

P_m : 0,1
 Alpha : 0,7
 Prioritas Gizi : 1 (energi), 1 (karbohidrat), 1 (lemak), 1 (protein)
 Pembobotan Jenis Menu : -

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

Tabel 5.4 Menu Kasus 1

Nama Bahan	Berat Bahan (Manual)	Berat Bahan (Program)
Makan Pagi		
nasi putih	100 g	88,41 g
daging sapi	40 g	43,83 g
tempe kacang kedele	30 g	74,83 g
kangkung	50 g	49,5 g
Snack 1		
pisang kepok	100 g	211,54 g
pepaya	50 g	91,15 g
Makan Siang		
nasi putih	150 g	91,92 g
ikan mas	50 g	44,49 g
kacang panjang	50 g	240,56 g
toge	10 g	34,52 g
Snack 2		
agar-agar	10 g	0,13 g
apel	75 g	114,97 g
susu skim	25 g	267,5 g
Makan Sore		
nasi putih	150 g	38,21 g
daging ayam	50 g	35,25 g
buncis	40 g	2,97 g
wortel	40 g	135,98 g
minyak kelapa sawit	15 g	21,12 g

Dengan melakukan pengujian sebanyak 10 kali, didapatkan hasil perhitungan kecukupan gizi rata-rata dari menu kasus 1 dari sistem adalah sebagai berikut:

Tabel 5.5 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Menu Kasus 1

	Energi	Karbohidrat	Lemak	Protein
Kebutuhan	1939,19 kkal	315,12 g	43,09 g	72,72 g
% Gizi Tercukupi (Manual)	110,67	119,98	89,72	87,83
% Gizi Tercukupi Rata-rata	100,00	100,10	100,09	100,07
% Gizi Tercukupi Minimum	100,00	100,00	99,64	99,82
% Gizi Tercukupi Maksimum	100,00	100,47	101,20	100,36

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa komposisi berat bahan makanan dari penghitungan manual menghasilkan nilai gizi yang tidak semua komponen gizi memenuhi batas toleransi ($\pm 10\%$) terhadap kebutuhan gizi pasien. Sedangkan komposisi berat bahan makanan yang dihasilkan sistem menghasilkan nilai gizi rata-rata didalam batas toleransi terhadap kebutuhan gizi pasien. Nilai gizi tercukupi minimum maupun maksimum yang dihasilkan sistem dari 10 kali pengujian masih didalam batas toleransi terhadap kebutuhan gizi pasien.

5.2.2 Kasus 2

Pasien berjenis kelamin perempuan berusia 49 tahun, berat badan 52 kg, tinggi badan 151,5 cm, dan menderita penyakit diabetes melitus. Kategori aktifitas pasien adalah sedang.

Parameter algoritma genetika yang digunakan adalah sebagai berikut:

Banyak generasi : 2500
 Ukuran populasi : 250
 P_c : 0,9
 P_m : 0,1
 Alpha : 0,7
 Prioritas Gizi : 0,2 (energi), 0,3 (karbohidrat), 1 (lemak), 0,5 (protein)
 Pembobotan Jenis Menu : -

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

Tabel 5.6 Menu Kasus 2

Nama Bahan	Berat Bahan (Manual)	Berat Bahan (Program)
Makan Pagi		
nasi putih	200 g	112,55 g
wortel	30 g	87,25 g
buncis	20 g	61,71 g
tahu	30 g	46,83 g
ikan kakap	40 g	96,28 g
minyak kelapa	5 g	8,46 g
Snack 1		
teh	100 g	0,12 g
gula pasir	50 g	33,26 g
Makan Siang		
nasi putih	200 g	79,79 g
wortel	50 g	175,74 g
jagung	50 g	41,09 g
tahu	30 g	11,26 g
ikan kakap	40 g	73,37 g
minyak kelapa	5 g	9,54 g

Tabel 5.6 Menu Kasus 2

Nama Bahan	Berat Bahan (Manual)	Berat Bahan (Program)
<i>Snack 2</i>		
tomat	30 g	107,4 g
gula pasir	20 g	53,19 g
<i>Makan Sore</i>		
nasi putih	200 g	74,2 g
kangkung	75 g	32,5 g
minyak kelapa	5 g	8,46 g
tahu	30 g	62,74 g
daging ayam	40 g	38,05 g

Dengan melakukan pengujian sebanyak 10 kali, didapatkan hasil perhitungan kecukupan gizi rata-rata dari menu kasus 2 dari sistem adalah sebagai berikut:

Tabel 5.7 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Menu Kasus 2

	Energi	Karbohidrat	Lemak	Protein
Kebutuhan	2034,22 kkal	330,56 g	45,20 g	76,28 g
% Gizi Tercukupi (Manual)	148,35	189,51	77,30	125,64
% Gizi Tercukupi Rata-rata	100,00	101,37	100,25	100,26
% Gizi Tercukupi Minimum	100,00	100,47	99,99	99,85
% Gizi Tercukupi Maksimum	100,00	102,27	100,70	101,18

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa komposisi berat bahan makanan dari penghitungan manual menghasilkan nilai gizi diluar batas toleransi ($\pm 10\%$) terhadap kebutuhan gizi pasien. Sedangkan komposisi berat bahan makanan yang dihasilkan sistem menghasilkan nilai gizi rata-rata didalam batas toleransi terhadap kebutuhan gizi pasien. Nilai gizi tercukupi minimum maupun maksimum yang dihasilkan sistem dari 10 kali pengujian masih didalam batas toleransi terhadap kebutuhan gizi pasien.

5.2.3 Kasus 3

Pasien berjenis kelamin perempuan berusia 62 tahun, berat badan 44,5 kg, tinggi badan 144,5 cm, dan menderita penyakit diabetes melitus. Kategori aktifitas pasien adalah sedang.

Parameter algoritma genetika yang digunakan adalah sebagai berikut:

Banyak generasi	: 2500
Ukuran populasi	: 250
P_c	: 0,9
P_m	: 0,1
Alpha	: 0,7
Prioritas Gizi	: 0,2 (energi), 0,2 (karbohidrat), 1 (lemak), 0,2 (protein)
Pembobotan Jenis Menu	: -

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

Tabel 5.8 Menu Kasus 3

Nama Bahan	Berat Bahan (Manual)	Berat Bahan (Program)
Makan Pagi		
nasi putih	100 g	147,59 g
telur	50 g	34,11 g
tempe kacang kedele	25 g	92,66 g
kangkung	75 g	88,14 g
Snack 1		
apel	150 g	5,93 g
Makan Siang		
nasi putih	150 g	53,14 g
daging ayam	50 g	19,95 g
kecap	5 g	4,2 g
minyak	5 g	11,99 g
jagung	50 g	178,9 g
Snack 2		
jeruk	100 g	45,47 g
Makan Sore		
nasi putih	100 g	105,73 g
ikan bandeng	50 g	51,32 g
tahu	50 g	11,1 g
wortel	25 g	76,87 g
sawi	25 g	33,73 g
kubis	25 g	72,37 g
minyak kelapa sawit	5 g	9,33 g

Dengan melakukan pengujian sebanyak 10 kali, didapatkan hasil perhitungan kecukupan gizi rata-rata dari menu kasus 3 dari sistem adalah sebagai berikut:

Tabel 5.9 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Menu Kasus 3

	Energi	Karbohidrat	Lemak	Protein
Kebutuhan	1786,53 kkal	290,31 g	39,70 g	66,99 g
% Gizi Tercukupi (Manual)	106,96	112,59	94,81	95,58
% Gizi Tercukupi Rata-rata	100,00	100,63	101,18	100,11
% Gizi Tercukupi Minimum	99,99	100,12	100,02	100,01
% Gizi Tercukupi Maksimum	100,00	100,97	103,02	100,29

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa komposisi berat bahan makanan dari penghitungan manual menghasilkan nilai gizi yang *cenderung memenuhi* batas toleransi ($\pm 10\%$) terhadap kebutuhan gizi pasien. Sedangkan komposisi berat bahan makanan yang dihasilkan sistem menghasilkan nilai gizi

rata-rata *didalam* batas toleransi terhadap kebutuhan gizi pasien. Nilai gizi tercukupi minimum maupun maksimum yang dihasilkan sistem dari 10 kali pengujian masih didalam batas toleransi terhadap kebutuhan gizi pasien.

5.2.4 Kasus 4

Pasien berjenis kelamin perempuan berusia 47 tahun, berat badan 68,5 kg, tinggi badan 157,8 cm, dan menderita penyakit diabetes melitus. Kategori aktifitas pasien adalah sedang.

Parameter algoritma genetika yang digunakan adalah sebagai berikut:

Banyak generasi : 2500
 Ukuran populasi : 250
 P_c : 0,9
 P_m : 0,1
 Alpha : 0,7
 Prioritas Gizi : 0,2 (energi), 0,2 (karbohidrat), 1 (lemak), 0,5 (protein)
 Pembobotan Jenis Menu : -

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

Tabel 5.10 Menu Kasus 4

Nama Bahan	Berat Bahan (Manual)	Berat Bahan (Program)
Makan Pagi		
nasi putih	120 g	111,39 g
daging sapi	40 g	37,82 g
bayam	100 g	106,98 g
oyong	25 g	113,06 g
tempe	25 g	51,65 g
minyak	5 g	12,29 g
Snack 1		
pisang hijau	150 g	86,28 g
mangga	200 g	147,13 g
Makan Siang		
nasi putih	120 g	143,64 g
telur	60 g	57,45 g
minyak	5 g	7,42 g
tahu	50 g	8,88 g
labu siam	100 g	5,43 g
toge	25 g	60,55 g
tomat	25 g	18 g
Snack 2		
pepaya	300 g	10,05 g
Makan Sore		
nasi putih	120 g	112,04 g

Tabel 5.10 Menu Kasus 4

Nama Bahan	Berat Bahan (Manual)	Berat Bahan (Program)
ikan mujair	50 g	63,77 g
minyak	5 g	11,08 g
wortel	50 g	98,54 g
buncis	50 g	77,92 g
tomat	20 g	40,06 g
jamur kuping	30 g	85,75 g
kembang tahu	20 g	12,45 g
daun bawang	10 g	16,14 g
seledri	10 g	168,29 g

Dengan melakukan pengujian sebanyak 10 kali, didapatkan hasil perhitungan kecukupan gizi rata-rata dari menu kasus 4 dari sistem adalah sebagai berikut:

Tabel 5.11 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Menu Kasus 4

	Energi	Karbohidrat	Lemak	Protein
Kebutuhan	2338,76 kkal	380,05 g	51,97 g	87,70 g
% Gizi Tercukupi (Manual)	100,52	111,71	72,92	94,12
% Gizi Tercukupi Rata-rata	100,00	102,13	100,87	100,10
% Gizi Tercukupi Minimum	99,99	100,97	100,00	100,01
% Gizi Tercukupi Maksimum	100,01	103,76	102,09	100,35

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa komposisi berat bahan makanan dari penghitungan manual menghasilkan nilai gizi yang tidak semua komponen gizi memenuhi batas toleransi ($\pm 10\%$) terhadap kebutuhan gizi pasien. Sedangkan komposisi berat bahan makanan yang dihasilkan sistem menghasilkan nilai gizi rata-rata didalam batas toleransi terhadap kebutuhan gizi pasien. Nilai gizi tercukupi minimum maupun maksimum yang dihasilkan sistem dari 10 kali pengujian masih didalam batas toleransi terhadap kebutuhan gizi pasien.

5.2.5 Kasus 5

Pasien berjenis kelamin laki-laki berusia 49 tahun, berat badan 46 kg, tinggi badan 148 cm, dan menderita penyakit diabetes melitus. Kategori aktifitas pasien adalah sedang.

Parameter algoritma genetika yang digunakan adalah sebagai berikut:

Banyak generasi	: 2500
Ukuran populasi	: 250
P_c	: 0,9
P_m	: 0,1
Alpha	: 0,7
Prioritas Gizi	: 0,1 (energi), 0,1 (karbohidrat), 1 (lemak), 0,1 (protein)
Pembobotan Jenis Menu	: -

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

Tabel 5.12 Menu Kasus 5

Nama Bahan	Berat Bahan (Manual)	Berat Bahan (Program)
Makan Pagi		
nasi	100 g	19,6 g
bayam	150 g	18,59 g
tahu	25 g	346,03 g
Snack 1		
pepaya	100 g	342,45 g
Makan Siang		
nasi	125 g	68,79 g
kacang panjang	75 g	21,38 g
tempe	75 g	298,87 g
ikan pindang	50 g	4,08 g
Snack 2		
melon	100 g	343,86 g
Makan Sore		
nasi putih	125 g	47,21 g
buncis	50 g	13,51 g
ikan teri	50 g	2,93 g
tempe	25 g	328,42 g

Dengan melakukan pengujian sebanyak 10 kali, didapatkan hasil perhitungan kecukupan gizi rata-rata dari menu kasus 5 dari sistem adalah sebagai berikut:

Tabel 5.13 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Menu Kasus 5

	Energi	Karbohidrat	Lemak	Protein
Kebutuhan	1941,28 kkal	315,46 g	43,14 g	72,80 g
% Gizi Tercukupi (Manual)	88,58	104,56	26,83	99,83
% Gizi Tercukupi Rata-rata	100,00	85,45	96,96	210,79
% Gizi Tercukupi Minimum	99,95	82,93	93,38	201,05
% Gizi Tercukupi Maksimum	99,95	88,30	99,89	218,52

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa komposisi berat bahan makanan dari penghitungan manual maupun sistem menghasilkan nilai gizi yang tidak semua komponen gizi memenuhi batas toleransi ($\pm 10\%$) terhadap kebutuhan gizi pasien. Nilai gizi tercukupi minimum maupun maksimum yang dihasilkan sistem dari 10 kali pengujian juga menghasilkan nilai gizi diluar batas toleransi terhadap kebutuhan gizi pasien yang signifikan, hal ini dapat dilihat pada nilai protein tercukupi minimum (201,05%) dan maksimum (218,52%).

5.2.6 Kasus 6

Pasien berjenis kelamin laki-laki berusia 47 tahun, berat badan 68,5 kg, tinggi badan 160,5 cm, dan menderita penyakit jantung tipe III. Kategori aktifitas pasien adalah sedang.

Parameter algoritma genetika yang digunakan adalah sebagai berikut:

Banyak generasi : 2500
 Ukuran populasi : 250
 P_c : 0,9
 P_m : 0,1
 Alpha : 0,7
 Prioritas Gizi : 0,3 (energi), 0,3 (karbohidrat), 1 (lemak), 0,3 (protein)
 Pembobotan Jenis Menu : -

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

Tabel 5.14 Menu Kasus 6

Nama Bahan	Berat Bahan (Manual)	Berat Bahan (Program)
Makan Pagi		
nasi	150 g	143,42 g
ayam	40 g	24,88 g
buncis	100 g	215,69 g
minyak	5 g	3,41 g
pepaya	190 g	73,45 g
Snack 1		
melon	190 g	6,59 g
gula pasir	20 g	24,6 g
Makan Siang		
nasi	200 g	153,69 g
tahu	110 g	203,23 g
kacang panjang	100 g	336,96 g
minyak	10 g	4,52 g
jeruk manis	110 g	45,15 g
Snack 2		
jambu biji	100 g	70,07 g
gula pasir	20 g	20,6 g
Makan Sore		
nasi	150 g	79,08 g
daging sapi	35 g	183,39 g
kubis	100 g	217,63 g
pepaya	110 g	60,75 g
minyak	5 g	3,8 g
santan	40 g	3,02 g

Dengan melakukan pengujian sebanyak 10 kali, didapatkan hasil perhitungan kecukupan gizi rata-rata dari menu kasus 6 dari sistem adalah sebagai berikut:

Tabel 5.15 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Menu Kasus 6

	Energi	Karbohidrat	Lemak	Protein
Kebutuhan	2617,74 kkal	425,38 g	58,17 g	98,17 g
% Gizi Tercukupi (Manual)	111,16	124,86	100,36	70,17
% Gizi Tercukupi Rata-rata	100,00	101,23	101,11	100,04
% Gizi Tercukupi Minimum	99,97	100,48	99,96	99,95
% Gizi Tercukupi Maksimum	99,97	102,31	103,80	100,14

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa komposisi berat bahan makanan dari penghitungan manual menghasilkan nilai gizi yang tidak semua komponen gizi memenuhi batas toleransi ($\pm 10\%$) terhadap kebutuhan gizi pasien. Sedangkan komposisi berat bahan makanan yang dihasilkan sistem menghasilkan nilai gizi rata-rata didalam batas toleransi terhadap kebutuhan gizi pasien. Nilai gizi tercukupi minimum maupun maksimum yang dihasilkan sistem dari 10 kali pengujian masih didalam batas toleransi terhadap kebutuhan gizi pasien.

5.2.7 Kasus 7

Pasien berjenis kelamin laki-laki berusia 40 tahun, berat badan 86 kg, tinggi badan 163,5 cm, dan menderita penyakit diabetes melitus. Kategori aktifitas pasien adalah sedang.

Parameter algoritma genetika yang digunakan adalah sebagai berikut:

Banyak generasi	: 2500
Ukuran populasi	: 250
P_c	: 0,9
P_m	: 0,1
Alpha	: 0,7
Prioritas Gizi	: 0,2 (energi), 0,2 (karbohidrat), 1 (lemak), 0,2 (protein)
Pembobotan Jenis Menu	: -

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

Tabel 5.16 Menu Kasus 7

Nama Bahan	Berat Bahan (Manual)	Berat Bahan (Program)
Makan Pagi		
nasi	150 g	68,18 g
telur ayam	50 g	83,53 g
wortel	25 g	95,85 g
buncis	25 g	28,75 g
brokoli	25 g	100,51 g

Tabel 5.16 Menu Kasus 7

Nama Bahan	Berat Bahan (Manual)	Berat Bahan (Program)
kentang	25 g	90,43 g
minyak	15 g	7,76 g
<i>Snack 1</i>		
pisang kepok	150 g	15,96 g
<i>Makan Siang</i>		
nasi	150 g	106,44 g
tempe	50 g	85,2 g
ikan bandeng	65 g	92,72 g
kacang panjang	50 g	340,34 g
kangkung	50 g	83,93 g
<i>Snack 2</i>		
jambu biji	100 g	38 g
roti tawar	80 g	235,07 g
<i>Makan Sore</i>		
nasi	150 g	196,11 g
kangkung	100 g	170,35 g
minyak	5 g	9,34 g
jagung muda	40 g	15,22 g
tahu	100 g	68,97 g
apel	150 g	38,53 g
minyak	10 g	24,97 g

Dengan melakukan pengujian sebanyak 10 kali, didapatkan hasil perhitungan kecukupan gizi rata-rata dari menu kasus 7 dari sistem adalah sebagai berikut:

Tabel 5.17 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Menu Kasus 7

	Energi	Karbohidrat	Lemak	Protein
Kebutuhan	3149,87 kkal	511,85 g	70,00 g	118,12 g
% Gizi Tercukupi (Manual)	89,25	98,18	72,46	71,90
% Gizi Tercukupi Rata-rata	100,00	100,17	100,02	100,71
% Gizi Tercukupi Minimum	99,97	99,97	99,75	99,98
% Gizi Tercukupi Maksimum	99,97	100,79	100,19	104,00

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa komposisi berat bahan makanan dari penghitungan manual menghasilkan nilai gizi yang tidak semua komponen gizi memenuhi batas toleransi ($\pm 10\%$) terhadap kebutuhan gizi pasien. Sedangkan komposisi berat bahan makanan yang dihasilkan sistem menghasilkan nilai gizi rata-rata didalam batas toleransi terhadap kebutuhan gizi pasien. Nilai gizi tercukupi minimum maupun maksimum yang dihasilkan sistem dari 10 kali pengujian masih didalam batas toleransi terhadap kebutuhan gizi pasien.

5.2.8 Kasus 8

Pasien berjenis kelamin laki-laki berusia 71 tahun, berat badan 75 kg, tinggi badan 163,5 cm, dan menderita penyakit diabetes melitus. Kategori aktifitas pasien adalah sedang.

Parameter algoritma genetika yang digunakan adalah sebagai berikut:

Banyak generasi : 2500
 Ukuran populasi : 250
 P_c : 0,9
 P_m : 0,1
 Alpha : 0,7
 Prioritas Gizi : 0,3 (energi), 0,3 (karbohidrat), 1 (lemak), 0,3 (protein)
 Pembobotan Jenis Menu : -

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

Tabel 5.18 Menu Kasus 8

Nama Bahan	Berat Bahan (Manual)	Berat Bahan (Program)
Makan Pagi		
nasi	100 g	52,45 g
tahu	50 g	40,67 g
daging sapi	50 g	47,82 g
kentang	50 g	109,32 g
pisang ambon	75 g	25,06 g
Snack 1		
apel	100 g	50,33 g
gula pasir	10 g	34,69 g
Makan Siang		
nasi	100 g	118,33 g
ayam	50 g	48,41 g
tempe	50 g	63,48 g
minyak kelapa sawit	5 g	17,36 g
wortel	50 g	23,44 g
kentang	30 g	120,93 g
buncis	30 g	2,24 g
Snack 2		
pepaya	200 g	97,29 g
Makan Sore		
nasi	100 g	163,51 g
ikan mujair	50 g	37,96 g
tempe kedele murni	50 g	54,13 g
kangkung	50 g	24,98 g
oncom	45 g	45,87 g
minyak kelapa sawit	2,5 g	6,78 g
susu skim	20 g	252,16 g

Dengan melakukan pengujian sebanyak 10 kali, didapatkan hasil perhitungan kecukupan gizi rata-rata dari menu kasus 8 dari sistem adalah sebagai berikut:

Tabel 5.19 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Menu Kasus 8

	Energi	Karbohidrat	Lemak	Protein
Kebutuhan	2513,63 kkal	408,47 g	55,86 g	94,26 g
% Gizi Tercukupi (Manual)	83,31	86,76	71,14	90,76
% Gizi Tercukupi Rata-rata	100,00	100,18	100,21	103,18
% Gizi Tercukupi Minimum	99,96	99,97	99,95	100,89
% Gizi Tercukupi Maksimum	99,97	100,54	100,61	104,80

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa komposisi berat bahan makanan dari penghitungan manual menghasilkan nilai gizi yang tidak semua komponen gizi memenuhi batas toleransi ($\pm 10\%$) terhadap kebutuhan gizi pasien. Sedangkan komposisi berat bahan makanan yang dihasilkan sistem menghasilkan nilai gizi rata-rata didalam batas toleransi terhadap kebutuhan gizi pasien. Nilai gizi tercukupi minimum maupun maksimum yang dihasilkan sistem dari 10 kali pengujian masih didalam batas toleransi terhadap kebutuhan gizi pasien.

5.2.9 Kasus 9

Pasien berjenis kelamin perempuan berusia 56 tahun, berat badan 52 kg, tinggi badan 172 cm, dan menderita penyakit hati. Kategori aktifitas pasien adalah sedang.

Parameter algoritma genetika yang digunakan adalah sebagai berikut:

Banyak generasi	: 2500
Ukuran populasi	: 250
P_c	: 0,9
P_m	: 0,1
Alpha	: 0,7
Prioritas Gizi	: 0,2 (energi), 0,2 (karbohidrat), 1 (lemak), 0,5 (protein)
Pembobotan Jenis Menu	: -

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

Tabel 5.20 Menu Kasus 9

Nama Bahan	Berat Bahan (Manual)	Berat Bahan (Program)
Makan Pagi		
nasi	50 g	77,89 g
ikan	50 g	20,17 g
tempe	25 g	34,5 g
buncis	50 g	20,46 g
wortel	50 g	157,25 g

Tabel 5.20 Menu Kasus 9

Nama Bahan	Berat Bahan (Manual)	Berat Bahan (Program)
<i>Snack 1</i>		
pepaya	150 g	127,05 g
<i>Makan Siang</i>		
nasi	100 g	52,96 g
daging ayam	50 g	78,35 g
tempe	25 g	31,27 g
bayam	100 g	103,97 g
melon	150 g	52,92 g
<i>Snack 2</i>		
pepaya	150 g	98,32 g
<i>Makan Sore</i>		
nasi	75 g	151,73 g
ikan	50 g	45,81 g
tahu	50 g	52,81 g
kacang panjang	50 g	214,19 g
wortel	50 g	100,89 g
apel	100 g	163,6 g
minyak kelapa sawit	15 g	14,55 g

Dengan melakukan pengujian sebanyak 10 kali, didapatkan hasil perhitungan kecukupan gizi rata-rata dari menu kasus 9 dari sistem adalah sebagai berikut:

Tabel 5.21 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Menu Kasus 9

	Energi	Karbohidrat	Lemak	Protein
Kebutuhan	2041,02 kkal	331,67 g	45,36 g	76,54 g
% Gizi Tercukupi (Manual)	81,00	81,43	82,29	85,51
% Gizi Tercukupi Rata-rata	100,00	102,84	100,02	100,15
% Gizi Tercukupi Minimum	100,00	101,52	99,94	99,99
% Gizi Tercukupi Maksimum	100,00	104,10	100,23	100,49

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa komposisi berat bahan makanan dari penghitungan manual menghasilkan nilai gizi diluar batas toleransi ($\pm 10\%$) terhadap kebutuhan gizi pasien. Sedangkan komposisi berat bahan makanan yang dihasilkan sistem menghasilkan nilai gizi rata-rata didalam batas toleransi terhadap kebutuhan gizi pasien. Nilai gizi tercukupi minimum maupun maksimum yang dihasilkan sistem dari 10 kali pengujian masih didalam batas toleransi terhadap kebutuhan gizi pasien.

5.2.10 Kasus 10

Pasien berjenis kelamin laki-laki berusia 74 tahun, berat badan 54 kg, tinggi badan 163 cm, dan menderita penyakit jantung. Kategori aktifitas pasien adalah sedang.

Parameter algoritma genetika yang digunakan adalah sebagai berikut:

Banyak generasi : 2500
 Ukuran populasi : 250
 P_c : 0,9
 P_m : 0,1
 Alpha : 0,7
 Prioritas Gizi : 0,3 (energi), 0,3 (karbohidrat), 1 (lemak), 0,5 (protein)
 Pembobotan Jenis Menu : -

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

Tabel 5.22 Menu Kasus 10

Nama Bahan	Berat Bahan (Manual)	Berat Bahan (Program)
Makan Pagi		
nasi	100 g	74,75 g
minyak kelapa	8 g	10,48 g
telur ayam	50 g	39,02 g
selada air	10 g	65,62 g
tomat	20 g	71,86 g
teh	15 g	3,46 g
gula pasir	20 g	19,99 g
Snack 1		
pisang raja	60 g	15,69 g
tepung terigu	20 g	39,84 g
gula pasir	5 g	61,2 g
minyak kelapa	5 g	12,48 g
Makan Siang		
nasi putih	100 g	19,8 g
ikan	60 g	166,28 g
minyak kelapa	10 g	2,3 g
gambas / oyong	30 g	75,03 g
bihun	30 g	28,23 g
tempe	50 g	38,43 g
Snack 2		
pepaya	100 g	39,91 g
Makan Sore		
nasi	100 g	100,85 g
daging ayam	50 g	13,3 g
minyak kelapa	10 g	2,03 g

Tabel 5.22 Menu Kasus 10

Nama Bahan	Berat Bahan (Manual)	Berat Bahan (Program)
tempe	50 g	27,41 g
selada air	10 g	76,92 g
ketimun	10 g	4,9 g
sambal / cabai	20 g	106,23 g

Dengan melakukan pengujian sebanyak 10 kali, didapatkan hasil perhitungan kecukupan gizi rata-rata dari menu kasus 10 dari sistem adalah sebagai berikut:

Tabel 5.23 Hasil Pemenuhan Gizi dari Sistem untuk Menu Kasus 10

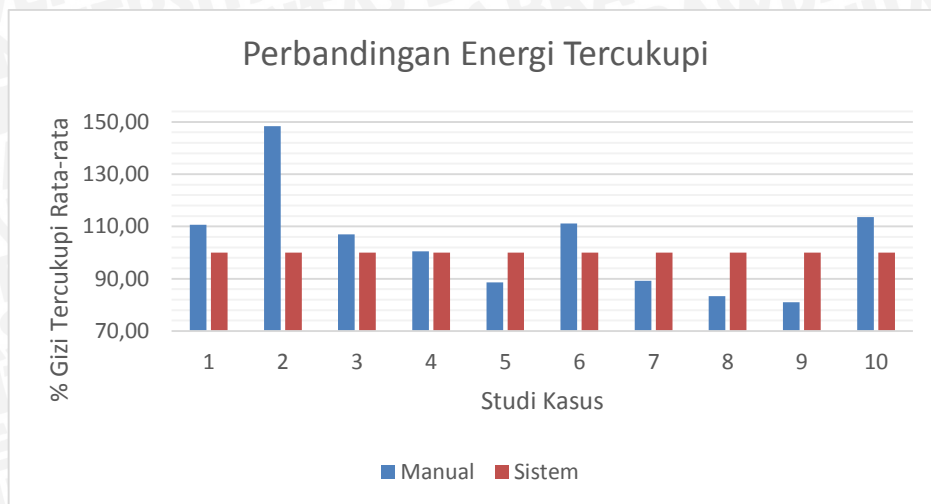
	Energi	Karbohidrat	Lemak	Protein
Kebutuhan	1966,98 kkal	319,63 g	43,71 g	73,76 g
% Gizi Tercukupi (Manual)	113,57	112,38	134,83	100,10
% Gizi Tercukupi Rata-rata	100,00	101,40	102,58	100,05
% Gizi Tercukupi Minimum	99,95	100,24	100,66	99,72
% Gizi Tercukupi Maksimum	99,96	102,33	105,58	100,36

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa komposisi berat bahan makanan dari penghitungan manual menghasilkan nilai gizi yang tidak semua komponen gizi memenuhi batas toleransi ($\pm 10\%$) terhadap kebutuhan gizi pasien. Sedangkan komposisi berat bahan makanan yang dihasilkan sistem menghasilkan nilai gizi rata-rata didalam batas toleransi terhadap kebutuhan gizi pasien. Nilai gizi tercukupi minimum maupun maksimum yang dihasilkan sistem dari 10 kali pengujian masih didalam batas toleransi terhadap kebutuhan gizi pasien.

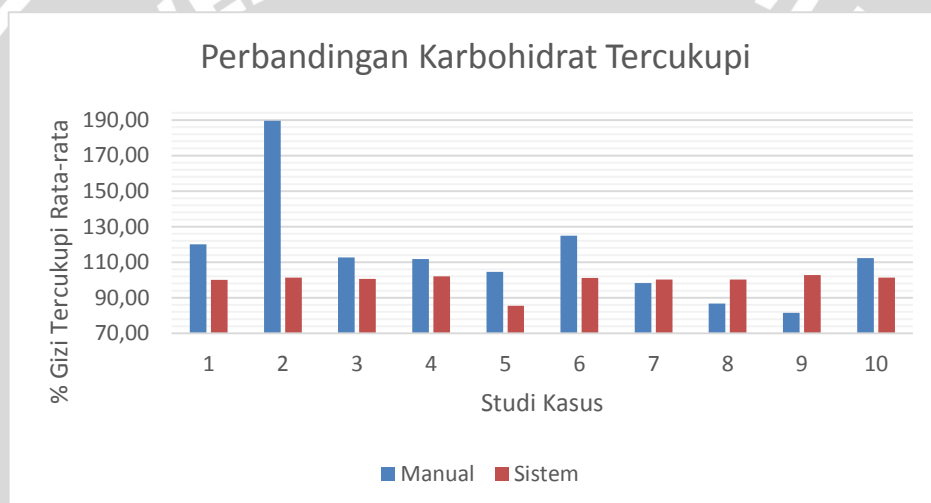
5.2.11 Analisa Hasil Pengujian Sistem

Dari 10 studi kasus, hasil dari penghitungan manual menghasilkan nilai gizi yang *cenderung memenuhi* batas toleransi terhadap kebutuhan gizi pasien dengan lengkap sebanyak 1 studi kasus (studi kasus 3), sedangkan sistem dapat menghasilkan nilai gizi *didalam* batas toleransi terhadap kebutuhan gizi pasien dengan lengkap sebanyak 9 studi kasus (kecuali studi kasus 5) dengan batas anggaran adalah Rp 40.000. Perbandingan hasil dari penghitungan manual dan hasil dari sistem dapat dilihat pada Gambar 5.4 sampai dengan Gambar 5.7.

Dari Gambar 5.4 dibawah dapat dilihat bahwa hasil dari penghitungan manual menghasilkan nilai energi didalam atau *mendekati* batas toleransi ($\pm 10\%$) terhadap kebutuhan energi pasien pada studi kasus 1, 3, 4, 5, 6 dan 7 (6 studi kasus). Sedangkan sistem dapat menghasilkan nilai energi didalam atau mendekati batas toleransi terhadap kebutuhan energi pasien pada semua studi kasus.



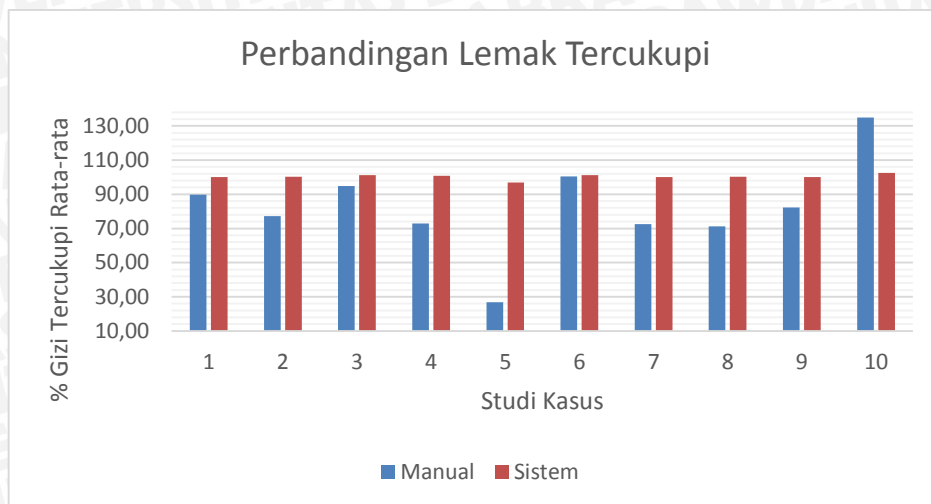
Gambar 5.4 Diagram Perbandingan Energi Tercukupi



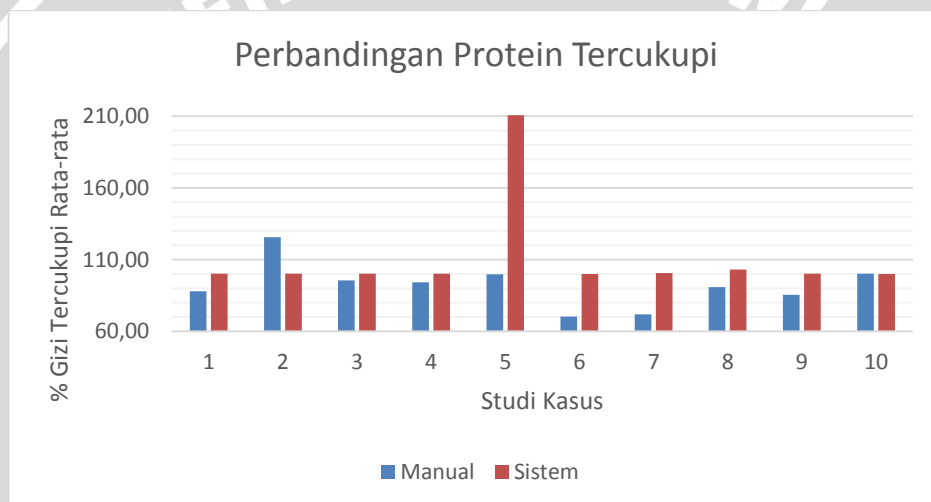
Gambar 5.5 Diagram Perbandingan Karbohidrat Tercukupi

Dari Gambar 5.5 dapat dilihat bahwa hasil dari penghitungan manual menghasilkan nilai karbohidrat didalam atau *mendekati* batas toleransi ($\pm 10\%$) terhadap kebutuhan karbohidrat pasien pada studi kasus 3, 4, 5, 7 dan 10 (5 studi kasus). Sedangkan sistem dapat menghasilkan nilai karbohidrat didalam atau mendekati batas toleransi terhadap kebutuhan karbohidrat pasien pada hampir semua studi kasus kecuali studi kasus 5.

Dari Gambar 5.6 dibawah dapat dilihat bahwa hasil dari penghitungan manual menghasilkan nilai lemak didalam atau *mendekati* batas toleransi ($\pm 10\%$) terhadap kebutuhan lemak pasien pada studi kasus 1, 3, dan 6 (3 studi kasus). Sedangkan sistem dapat menghasilkan nilai lemak didalam atau mendekati batas toleransi terhadap kebutuhan lemak pasien pada semua studi kasus.



Gambar 5.6 Diagram Perbandingan Lemak Tercukupi



Gambar 5.7 Diagram Perbandingan Protein Tercukupi

Dari Gambar 5.7 dapat dilihat bahwa hasil dari penghitungan manual menghasilkan nilai protein didalam atau *mendekati* batas toleransi ($\pm 10\%$) terhadap kebutuhan protein pasien pada studi kasus 1, 3, 4, 5, 8, dan 10 (6 studi kasus). Sedangkan sistem dapat menghasilkan nilai protein didalam atau mendekati batas toleransi terhadap kebutuhan protein pasien pada hampir semua studi kasus kecuali studi kasus 5.

BAB 6 PENUTUP

6.1 Kesimpulan

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

1. Bentuk kromosom yang digunakan untuk penyelesaian masalah optimasi asupan gizi untuk penderita penyakit diabetes melitus, jantung, hati, dan pada orang sehat adalah kromosom dengan panjang sesuai jumlah bahan makanan yang dimasukkan pengguna. Kromosom berisi informasi berupa kombinasi berat bahan makanan untuk memenuhi kebutuhan gizi. Semakin panjang kromosom (semakin banyak jumlah bahan makanan) belum tentu menghasilkan solusi yang memenuhi kebutuhan gizi, namun dengan pemilihan bahan makanan yang sesuai dapat menghasilkan solusi yang memenuhi kebutuhan gizi.
2. Penyelesaian masalah optimasi asupan gizi untuk penderita penyakit diabetes melitus, jantung, hati, dan pada orang sehat menggunakan algoritma genetika dipengaruhi oleh parameter algoritma genetika. Hasil pengujian parameter banyak generasi menunjukkan bahwa semakin banyak generasi belum tentu akan diikuti dengan bertambahnya nilai *fitness*. Begitu juga pada ukuran populasi, semakin besar ukuran populasi belum tentu akan diikuti dengan bertambahnya nilai *fitness*. Hal ini dikarenakan pembangkitan awal individu (*starting point*) yang dilakukan secara *random* dalam proses algoritma genetika. Sedangkan kombinasi parameter probabilitas *crossover* (P_c) dan probabilitas mutasi (P_m) menunjukkan bahwa semakin besar nilai P_c (semakin kecil nilai P_m), maka nilai *fitness* cenderung semakin tinggi. Namun jika P_c terlalu besar dan P_m terlalu kecil maka akan menghasilkan nilai *fitness* yang sangat rendah.
3. Secara umum, sistem dapat menghasilkan nilai gizi didalam batas toleransi terhadap kebutuhan gizi dengan lebih baik untuk permasalahan optimasi asupan gizi untuk penderita penyakit diabetes melitus, jantung, hati, dan pada orang sehat dibandingkan dengan penghitungan manual yang dilakukan oleh ahli gizi.
4. Metode algoritma genetika yang digunakan pada penelitian ini memberikan hasil yang lebih baik untuk permasalahan optimasi asupan gizi untuk penderita penyakit diabetes melitus, jantung, hati, dan pada orang sehat dibandingkan dengan metode *random search* pada penelitian sebelumnya dengan studi kasus yang sama.

6.2 Saran

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

1. Ditambahkan untuk pasien penyakit jantung tipe I dan tipe II.

2. Ditambahkan untuk pasien penyakit hati tipe I dan tipe II.
3. Ditambahkan untuk pasien penyakit diabetes melitus, jantung, atau hati, dengan komplikasi penyakit lain.



DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, Sunita. 2004a. *Penuntun Diet*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Almatsier, Sunita. 2004b. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Almatsier, Sunita. 2009. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Bagian Gizi RSCM. 2002. *Penuntun Diet*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Basuki, Achmad. 2003. *Algoritma Genetika Suatu Alternatif Penyelesaian Permasalahan Searching, Optimasi dan Machine Learning*. (<http://budi.blog.undip.ac.id>). [1 April 2015].
- Diehl, Hans. 1992. *Waspada! Diabetes, Kolesterol, Hipertensi*. Bandung: Indonesia Publishing House.
- Gen, Mitsuo dan Cheng, Runwei. 2000. *Genetic Algorithms & Engineering Optimization*. Canada: John Willey & Sons, Inc.
- Institute of Medicine. 2005. *Dietary Reference Intake for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. A Report of the Panel on Macronutrients, Subcommittees on Upper Reference Levels of Nutrients and Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes, and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes*. National Academies Press. Washington, DC.
- Kompas. 2012. *Perlukah Diabetes Pantang Makanan Manis?*. (<http://health.kompas.com/read/2012/10/02/16244326/Perlukah.Diabetes.Pantang.Makanan.Manis>). [8 Maret 2015].
- Kompas. 2013. *Ingin Jantung Sehat Hindari Makanan Ini*. (<http://health.kompas.com/read/2013/01/29/10393641/Ingin.Jantung.Sehat.Hindari.Makanan.Ini>). [8 Maret 2015].
- Kusumadewi, Sri. 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Mahmudy, Wayan Firdaus. 2013a. *Algoritma Evolusi*. Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya. Malang. Indonesia.
- Mahmudy, WF., Marian, RM., & Luong, LHS. 2013b. *Real Coded Genetic Algorithms for Solving Flexible Job-shop Scheduling Problem – Part I: Modeling*, Advanced Materials Research, vol. 701, pp. 359-363.
- New Manado Today. 2015. *Pemilihan Makanan yang Baik Untuk Penderita Liver* (<http://www.manadotoday.co.id/2015/05/4977/pemilihan-makanan-yang-baik-untuk-penderita-liver/>). [4 November 2015].
- Marji., Ratnawati, D.E., dan Basuki, A. 2013. *Rancang Bangun Sistem Pakar untuk Pemenuhan Kebutuhan Gizi Pasien Diet Khusus dengan Biaya Minimal*.

Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya. Malang. Indonesia.

Marji., Ratnawati, D.E., dan Basuki, A. 2014. *Rancang Bangun Sistem Pakar untuk Pemenuhan Kebutuhan Gizi Pasien Diet Khusus dengan Biaya Minimal*. Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya. Malang. Indonesia.

Setiawan, Kuswara. 2003. *Paradigma Sistem Cerdas*. Malang: Bayumedia Publishing.

Soetopo, Widandi., dan Mananoma, T. 2004. *Teknik Simulasi untuk Optimasi Random Search dengan Menerapkan Relaksasi pada Perbaikan Fungsi Tujuan*. Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. Indonesia

Wati, Anastasia Widya. 2011. *Penerapan Algoritma Genetika dalam Optimasi Model dan Simulasi dari Suatu Sistem*. Jurnal Keilmuan Teknik Industri 1: 4.



LAMPIRAN A DAFTAR BAHAN MAKANAN

No	Bahan Makanan	per 100 gr					Jenis Penyakit *
		Energi (kkal)	Kb (g)	Lm (g)	Pt (g)	Harga	
1	agar agar	0	0	0,2	0	5000	DM,SH
2	apel	58	14,9	0,4	0,3	1800	DM,HT,SH
3	ayam	302	0	25	18,2	2780	DM,JT,HT,SH
4	bayam	36	6,5	0,5	3,5	800	DM,JT,HT,SH
5	bayam merah	51	10	0,5	4,6	2000	JT,HT,SH
6	beras giling	360	78,9	0,7	6,8	1000	DM,JT,HT,SH
7	beras ketan hitam	356	78	0,7	7	1100	DM,JT,HT,SH
8	beras ketan putih	362	79,4	0,7	6,7	1200	DM,JT,HT,SH
9	beras merah tumbuk	359	77,6	0,9	7,5	1400	DM,JT,HT,SH
10	bihun	360	82,1	0,1	4,7	1700	DM,JT,SH
11	biskuit	458	75,1	14,4	6,9	3700	JT,HT,SH
12	blewah melon	77	18,3	0,15	0,45	300	JT,HT,SH
13	buncis	35	7,7	0,2	2,4	600	DM,JT,HT,SH
14	cabe merah	31	7,3	0,3	1	7200	JT,SH
15	daging sapi	207	0	14	18	9500	DM,JT,HT,SH
16	daun bawang	29	5,2	0,7	1,8	500	DM,SH
17	daun bawang prei	45	10,3	0,3	2,2	500	DM,SH
18	daun pakis	35	6,4	0,3	4	500	DM,SH
19	genjer	33	7,7	0,2	1,7	500	DM,SH
20	gula pasir	364	94	0	0	1050	DM,JT,SH
21	ikan asin kering	193	0	1,5	42	2200	DM,JT,HT,SH
22	ikan bandeng	129	0	4,8	20	1850	DM,SH
23	ikan kakap	92	0	0,7	20	2750	DM,SH
24	ikan kembung	103	0	1	22	4500	DM,JT,HT,SH
25	ikan lele	93	0	2,2	18,2	1600	DM,JT,HT,SH
26	ikan mas	86	0	2	16	2200	DM,JT,HT,SH
27	ikan mujair	89	0	1,25	23,37	2500	DM,JT,HT,SH
28	ikan pindang	156	0	4	28	3000	DM,SH
29	ikan teri	74	4,1	1,4	10,3	2100	DM,SH
30	jagung muda dg tongkol	33	7,4	0,1	2,2	400	DM,SH
31	jambu biji	49	12,2	0,3	0,9	1200	DM,JT,SH
32	jamur kuping kering	128	64,6	0,9	16	650	DM,SH
33	jamur kuping segar	15	0,9	0,6	3,8	650	DM,SH
34	jantung pisang segar	31	7,1	0,3	1,2	400	DM,SH
35	jeruk bali	48	12,4	0,2	0,6	1500	JT,HT,SH
36	jeruk manis	45	11,2	0,2	0,9	1300	DM,JT,HT,SH
37	jeruk manis/sari jeruk	44	11	0,2	0,8	1300	JT,HT,SH
38	jeruk nipis	37	12,3	0,1	0,8	900	JT,HT,SH
39	kacang arab	330	60,2	1,4	23,8	6000	DM,JT,HT,SH
40	kacang ijo	345	62,9	1,2	22,2	900	DM,JT,HT,SH
41	kacang kedelai	381	24,9	16,7	40,4	900	DM,JT,HT,SH
42	kacang merah	336	59,5	1,7	23,1	1300	DM,JT,HT,SH
43	kacang panjang	44	7,8	0,3	2,7	450	DM,JT,HT,SH
44	kacang tanah	525	17,4	42,7	27,9	1400	DM,SH
45	kangkung	29	5,4	0,3	3	300	DM,JT,HT,SH
46	kapri muda	42	9	0,2	3,3	1000	DM,SH
47	kecap	46	9	1,3	5,7	1700	DM,SH
48	kembang kol	25	4,9	0,2	2,4	1000	DM,SH
49	kembang tahu	380	23,3	13,8	48,9	500	DM,SH
50	kentang	83	19,1	0,1	2	750	DM,JT,HT,SH

51	kentang hitam	142	33,7	0,4	0,9	550	DM,JT,HT,SH
52	ketela pohon	154	36,8	0,3	1	200	DM,SH
53	ketela pohon kuning	157	37,9	0,3	0,8	250	DM,SH
54	ketimun	12	2,7	1,7	0,7	1000	DM,JT,SH
55	kol merah/putih	24	5,3	0,2	1,4	400	DM,JT,SH
56	kolang kaling	191	39,72	1,5	4,48	1000	DM,SH
57	kucai	45	10,3	0,3	2,2	1000	DM,SH
58	kurma	296	71,5	0	2,5	3000	DM,SH
59	labu siam	26	6,7	0,1	0,6	300	DM,JT,HT,SH
60	labu waluh	29	6,6	0,3	1,1	1000	DM,SH
61	lychee	66	14,8	0,53	0,83	2500	DM,SH
62	madu	294	79,5	0	0,3	10800	DM,SH
63	mangga	52	12,3	0	0,7	1000	DM,SH
64	mi basah	86	14	3,3	0,6	1400	DM,JT,HT,SH
65	mi kering	337	50	11,8	7,9	1400	DM,JT,HT,SH
66	minyak kelapa	870	0	98	1	1000	DM,JT,SH
67	minyak kelapa sawit	902	0	100	0	1300	DM,HT,SH
68	oncom	187	22,6	6	13	1000	DM,SH
69	oyong	18	4,1	0,2	0,8	500	DM,JT,SH
70	pare	29	6,6	0,3	1,1	400	DM,SH
71	pepaya	46	12,2	0	0,5	550	DM,JT,HT,SH
72	pepaya muda	26	4,9	0,1	2,1	250	DM,SH
73	pisang ambon	99	25,8	0,2	1,2	1100	DM,JT,HT,SH
74	pisang hijau	121	28,9	0,1	1	1300	DM,SH
75	pisang kepok	109	26,3	0	0,8	1100	DM,JT,HT,SH
76	pisang raja	120	31,8	0,2	1,2	1300	DM,JT,HT,SH
77	pisang raja susu	118	31,1	0,2	1,2	2000	DM,JT,HT,SH
78	rambutan	69	18,1	0,1	0,9	1500	DM,SH
79	rebung	27	5,2	0,3	2,6	800	DM,SH
80	roti putih	248	50	1,2	8	3300	DM,JT,HT,SH
81	sagu manis	287	2,4	3,9	0,5	750	DM,SH
82	sagu tepung sagu	209	51,6	0,2	0,3	800	DM,JT,HT,SH
83	salak	77	20,9	0	0,4	1600	DM,SH
84	santan	324	5,6	34,3	4,2	4300	DM,JT,SH
85	sawi	22	4	0,3	2,3	1000	DM,SH
86	sawo	92	22,4	1,1	0,5	1000	DM,JT,HT,SH
87	selada air	17	3	0,3	1,7	1000	JT,SH
88	seledri	20	4,6	0,1	1	1500	DM,SH
89	semangka	28	6,9	0,2	0,5	500	DM,JT,HT,SH
90	sirsak	65	16,3	0,3	1	1500	DM,SH
91	susu skim	36	5,1	0,1	3,5	2000	DM,SH
92	tahu	68	1,6	4,6	7,8	600	DM,JT,HT,SH
93	tauge kacang hijau	23	4,1	0,2	2,9	1500	DM,JT,HT,SH
94	tauge kacang kedele	67	6,4	2,6	9	1600	JT,HT,SH
95	teh	132	67,8	0,7	19,5	1000	DM,JT,SH
96	telur ayam	162	0,7	11,5	12,8	1800	DM,JT,HT,SH
97	telur ayam kampung	174	1,2	14	10,8	3000	JT,HT,SH
98	telur ayam ras	154	0,7	10,8	12,4	3500	JT,HT,SH
99	telur bebek	189	0,8	14,3	13,1	2000	JT,HT,SH
100	telur bebek, asin	195	1,4	13,6	13,6	2000	JT,HT,SH
101	tempe kedelai murni	149	12,7	4	18,3	800	DM,JT,HT,SH
102	tempe lamtoro	142	20,4	2,5	11	600	DM,SH
103	tepung beras	364	80	0,5	7	1000	JT,HT,SH
104	tepung terigu	365	77,3	1,3	8,9	810	JT,HT,SH
105	terong	24	5,5	0,2	1,1	400	DM,SH

106	tomat	20	4,2	0,3	1	350	DM,JT,HT,SH
107	ubi jalar kuning	114	26,7	0,5	0,8	250	DM,SH
108	ubi jalar merah	151	35,4	0,3	1,6	250	DM,SH
109	ubi jalar putih	123	27,9	0,7	1,8	250	DM,SH
110	ubi kuning, mentah	119	25,1	0,4	0,5	250	DM,SH
111	ubi manis	83	18,8	0,2	1,5	250	DM,SH
112	ubi putih, mentah	88	20,6	0,4	0,4	250	DM,SH
113	ubi tinta	108	25,6	0,4	0,5	250	DM,SH
114	wortel	42	9,3	0,3	1,2	700	DM,JT,HT,SH

*) Jenis penyakit yang disarankan mengonsumsi bahan makanan tersebut

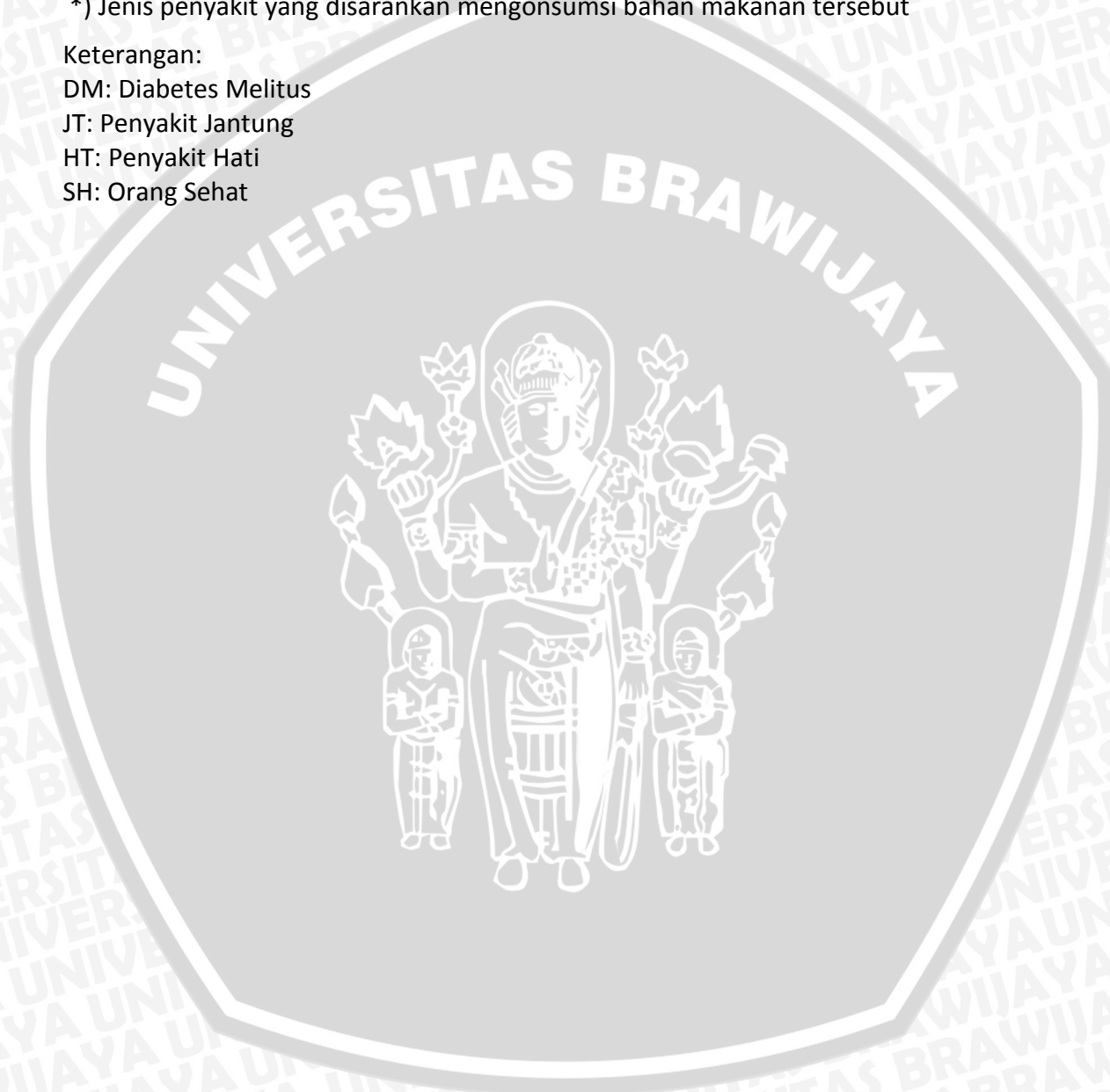
Keterangan:

DM: Diabetes Melitus

JT: Penyakit Jantung

HT: Penyakit Hati

SH: Orang Sehat



LAMPIRAN B PERHITUNGAN MANUAL

Individu	Nama Makanan	Gen	Berat (g)	Harga (Rp)	Energi (kkal)	Karbohidrat (g)	Lemak (g)	Protein (g)	Penalti
Parent 1									
Makan Pagi	Beras giling	0,90	315,00	3150,00	1134,00	248,54	2,21	21,42	
	Ikan lele	0,47	164,50	2632,00	152,99	0,00	3,62	29,94	
	Tempe	0,71	248,50	1988,00	370,27	31,56	9,94	45,48	
	Kol	0,01	3,50	14,00	0,84	0,19	0,01	0,05	
	Total Gizi				1658,09	280,28	15,77	96,88	
	Selisih				1084,09	187,01	3,02	75,36	1349,46
Snack 1	Pisang raja susu	0,01	3,50	70,00	4,13	1,09	0,01	0,04	
	Semangka	0,52	182,00	910,00	50,96	12,56	0,36	0,91	
	Total Gizi				55,09	13,65	0,37	0,95	
	Selisih				174,51	23,66	4,73	7,66	210,56
Makan Siang	Beras giling	0,23	80,50	805,00	289,80	63,51	0,56	5,47	
	Ikan mujair	0,03	10,50	262,50	9,35	0,00	0,13	2,45	
	Tahu	0,72	252,00	1512,00	171,36	4,03	11,59	19,66	
	Terong	0,32	112,00	448,00	26,88	6,16	0,22	1,23	
	Total Gizi				497,39	73,71	12,51	28,82	
	Selisih				191,42	38,22	2,80	2,99	235,43
Snack 2	Mangga	0,46	161,00	1610,00	83,72	19,80	0,00	1,13	
	Pepaya	0,79	276,50	1520,75	127,19	33,73	0,00	1,38	
	Total Gizi				210,91	53,54	0,00	2,51	
	Selisih				18,69	16,23	5,10	6,10	46,12
Makan Sore	Beras giling	0,57	199,50	1995,00	718,20	157,41	1,40	13,57	
	Ayam	0,79	276,50	7686,70	835,03	0,00	69,13	50,32	
	Kacang panjang	0,63	220,50	992,25	97,02	17,20	0,66	5,95	
	Kol	0,25	87,50	875,00	21,00	4,64	0,18	1,23	
	Total Gizi				1671,25	179,24	71,36	71,07	
	Selisih				1097,25	85,97	58,60	49,54	1291,36
				26471,20					3132,93

Individu	Nama Makanan	Gen	Berat (g)	Harga (Rp)	Energi (kkal)	Karbohidrat (g)	Lemak (g)	Protein (g)	Penalti
Parent 2									
Makan Pagi	Beras giling	0,1	42,00	420,00	151,20	33,14	0,29	2,86	
	Ikan lele	0,6	206,50	3304,00	192,05	0,00	4,54	37,58	
	Tempe	0,4	154,00	1232,00	229,46	19,56	6,16	28,18	
	Kol	0,6	213,50	854,00	51,24	11,32	0,43	2,99	
	Total Gizi				623,95	64,01	11,42	71,61	
	Selisih				49,94	29,26	1,33	50,09	130,62
Snack 1	Pisang raja susu	0,8	283,50	5670,00	334,53	88,17	0,57	3,40	
	Semangka	0,3	105,00	525,00	29,40	7,25	0,21	0,53	
	Total Gizi				363,93	95,41	0,78	3,93	
	Selisih				134,33	58,10	4,33	4,68	201,44
Makan Siang	Beras giling	0,9	301,00	3010,00	1083,60	237,49	2,11	20,47	
	Ikan mujair	0,3	108,50	2712,50	96,57	0,00	1,36	25,36	
	Tahu	0,7	245,00	1470,00	166,60	3,92	11,27	19,11	
	Terong	0,9	315,00	1260,00	75,60	17,33	0,63	3,47	
	Total Gizi				1422,37	258,73	15,36	68,40	
	Selisih				733,56	146,80	0,06	42,57	922,99
Snack 2	Mangga	0,1	24,50	245,00	12,74	3,01	0,00	0,17	
	Pepaya	0,4	133,00	731,50	61,18	16,23	0,00	0,67	
	Total Gizi				73,92	19,24	0,00	0,84	
	Selisih				155,68	18,07	5,10	7,77	186,63
Makan Sore	Beras giling	0,8	266,00	2660,00	957,60	209,87	1,86	18,09	
	Ayam	0,79	276,50	7686,70	835,03	0,00	69,13	50,32	
	Kacang panjang	0,63	220,50	992,25	97,02	17,20	0,66	5,95	
	Kol	0,95	332,50	3325,00	79,80	17,62	0,67	4,66	
	Total Gizi				1969,45	244,70	72,31	79,02	
	Selisih				1395,45	151,42	59,56	57,49	1663,92
				36097,95					3105,60

Individu	Nama Makanan	Gen	Berat (g)	Harga (Rp)	Energi (kkal)	Karbohidrat (g)	Lemak (g)	Protein (g)	Penalti
Parent 3									
Makan Pagi	Beras giling	0,6	192,50	1925,00	693,00	151,88	1,35	13,09	
	Ikan lele	1	332,50	5320,00	309,23	0,00	7,32	60,52	
	Tempe	0,2	52,50	420,00	78,23	6,67	2,10	9,61	
	Kol	0,9	308,00	1232,00	73,92	16,32	0,62	4,31	
	Total Gizi				1154,37	174,87	11,38	87,52	
	Selisih				580,37	81,60	1,38	66,00	729,34
Snack 1	Pisang raja susu	0,4	129,50	2590,00	152,81	40,27	0,26	1,55	
	Semangka	0,7	248,50	1242,50	69,58	17,15	0,50	1,24	
	Total Gizi				222,39	57,42	0,76	2,80	
	Selisih				7,21	20,11	4,35	5,81	37,48
Makan Siang	Beras giling	0,3	105,00	1050,00	378,00	82,85	0,74	7,14	
	Ikan mujair	0,2	73,50	1837,50	65,42	0,00	0,92	17,18	
	Tahu	0,4	147,00	882,00	99,96	2,35	6,76	11,47	
	Terong	0	7,00	28,00	1,68	0,39	0,01	0,08	
	Total Gizi				545,06	85,58	8,43	35,86	
	Selisih				143,75	26,35	6,88	10,03	187,01
Snack 2	Mangga	0,7	238,00	2380,00	123,76	29,27	0,00	1,67	
	Pepaya	0,2	52,50	288,75	24,15	6,41	0,00	0,26	
	Total Gizi				147,91	35,68	0,00	1,93	
	Selisih				81,69	1,63	5,10	6,68	95,11
Makan Sore	Beras giling	0,2	70,00	700,00	252,00	55,23	0,49	4,76	
	Ayam	0,79	276,50	7686,70	835,03	0,00	69,13	50,32	
	Kacang panjang	0,63	220,50	992,25	97,02	17,20	0,66	5,95	
	Kol	0,54	189,00	1890,00	45,36	10,02	0,38	2,65	
	Total Gizi				1229,41	82,45	70,65	63,68	
	Selisih				655,41	10,83	57,90	42,16	766,29
				30464,70					1815,23

Individu	Nama Makanan	Gen	Berat (g)	Harga (Rp)	Energi (kkal)	Karbohidrat (g)	Lemak (g)	Protein (g)	Penalti
Parent 4									
Makan Pagi	Beras giling	0,9	318,50	3185,00	1146,60	251,30	2,23	21,66	1151,90
	Ikan lele	0,4	136,50	2184,00	126,95	0,00	3,00	24,84	
	Tempe	0,4	133,00	1064,00	198,17	16,89	5,32	24,34	
	Kol	0,3	91,00	364,00	21,84	4,82	0,18	1,27	
	Total Gizi				1493,56	273,01	10,73	72,11	
	Selisih				919,55	179,74	2,02	50,59	
Snack 1	Pisang raja susu	0,4	154,00	3080,00	181,72	47,89	0,31	1,85	85,58
	Semangka	0,9	325,50	1627,50	91,14	22,46	0,65	1,63	
	Total Gizi				272,86	70,35	0,96	3,48	
	Selisih				43,26	33,04	4,14	5,13	
Makan Siang	Beras giling	0,4	122,50	1225,00	441,00	96,65	0,86	8,33	157,76
	Ikan mujair	0,4	136,50	3412,50	121,49	0,00	1,71	31,90	
	Tahu	0,7	238,00	1428,00	161,84	3,81	10,95	18,56	
	Terong	0,9	325,50	1302,00	78,12	17,90	0,65	3,58	
	Total Gizi				802,45	118,36	14,16	62,37	
	Selisih				113,64	6,43	1,14	36,54	
Snack 2	Mangga	0,1	31,50	315,00	16,38	3,87	0,00	0,22	85,23
	Pepaya	0,9	315,00	1732,50	144,90	38,43	0,00	1,58	
	Total Gizi				161,28	42,30	0,00	1,80	
	Selisih				68,32	4,99	5,10	6,81	
Makan Sore	Beras giling	0,9	325,50	3255,00	1171,80	256,82	2,28	22,13	1878,70
	Ayam	0,79	276,50	7686,70	835,03	0,00	69,13	50,32	
	Kacang panjang	0,63	220,50	992,25	97,02	17,20	0,66	5,95	
	Kol	0,48	168,00	1680,00	40,32	8,90	0,34	2,35	
	Total Gizi				2144,17	282,92	72,40	80,76	
	Selisih				1570,17	189,65	59,65	59,24	
				34533,45					3359,16

Individu	Nama Makanan	Gen	Berat (g)	Harga (Rp)	Energi (kkal)	Karbohidrat (g)	Lemak (g)	Protein (g)	Penalti
Parent 5									
Makan Pagi	Beras giling	0,5	178,50	1785,00	642,60	140,84	1,25	12,14	497,99
	Ikan lele	0,1	17,50	280,00	16,28	0,00	0,39	3,19	
	Tempe	0,5	185,50	1484,00	276,40	23,56	7,42	33,95	
	Kol	0,3	112,00	448,00	26,88	5,94	0,22	1,57	
	Total Gizi				962,15	170,33	9,28	50,84	
	Selisih				388,15	77,06	3,48	29,31	
Snack 1	Pisang raja susu	0,3	87,50	1750,00	103,25	27,21	0,18	1,05	70,75
	Semangka	0,8	266,00	1330,00	74,48	18,35	0,53	1,33	
	Total Gizi				177,73	45,57	0,71	2,38	
	Selisih				51,87	8,26	4,40	6,23	
Makan Siang	Beras giling	0,4	154,00	1540,00	554,40	121,51	1,08	10,47	265,13
	Ikan mujair	0,5	161,00	4025,00	143,29	0,00	2,01	37,63	
	Tahu	0,7	252,00	1512,00	171,36	4,03	11,59	19,66	
	Terong	0,3	94,50	378,00	22,68	5,20	0,19	1,04	
	Total Gizi				891,73	130,74	14,87	68,79	
	Selisih				202,92	18,81	0,43	42,96	
Snack 2	Mangga	0,6	220,50	2205,00	114,66	27,12	0,00	1,54	108,54
	Pepaya	0,1	49,00	269,50	22,54	5,98	0,00	0,25	
	Total Gizi				137,20	33,10	0,00	1,79	
	Selisih				92,40	4,21	5,10	6,82	
Makan Sore	Beras giling	0,9	322,00	3220,00	1159,20	254,06	2,25	21,90	1883,62
	Ayam	0,79	276,50	7686,70	835,03	0,00	69,13	50,32	
	Kacang panjang	0,63	220,50	992,25	97,02	17,20	0,66	5,95	
	Kol	0,67	234,50	2345,00	56,28	12,43	0,47	3,28	
	Total Gizi				2147,53	283,69	72,51	81,46	
	Selisih				1573,53	190,41	59,75	59,93	
				31250,45					2826,03

Individu	Nama Makanan	Gen	Berat (g)	Harga (Rp)	Energi (kkal)	Karbohidrat (g)	Lemak (g)	Protein (g)	Penalti
<i>Child 1</i>									
Makan Pagi	Beras giling	0,77	269,50	2695,00	970,20	212,64	1,89	18,33	989,02
	Ikan lele	0,61	213,50	3416,00	198,56	0,00	4,70	38,86	
	Tempe	0,29	101,50	812,00	151,24	12,89	4,06	18,57	
	Kol	0,51	178,50	714,00	42,84	9,46	0,36	2,50	
	Total Gizi				1362,83	234,99	11,00	78,26	
	Selisih				788,83	141,71	1,75	56,73	
Snack 1	Pisang raja susu	0,41	143,50	2870,00	169,33	44,63	0,29	1,72	59,30
	Semangka	0,84	294,00	1470,00	82,32	20,29	0,59	1,47	
	Total Gizi				251,65	64,91	0,88	3,19	
	Selisih				22,05	27,60	4,23	5,42	
Makan Siang	Beras giling	0,33	115,50	1155,00	415,80	91,13	0,81	7,85	48,76
	Ikan mujair	0,32	112,00	2800,00	99,68	0,00	1,40	26,17	
	Tahu	0,58	203,00	1218,00	138,04	3,25	9,34	15,83	
	Terong	0,57	199,50	798,00	47,88	10,97	0,40	2,19	
	Total Gizi				701,40	105,35	11,95	52,06	
	Selisih				12,59	6,58	3,36	26,23	
Snack 2	Mangga	0,33	115,50	1155,00	60,06	14,21	0,00	0,81	87,31
	Pepaya	0,60	210,00	1155,00	96,60	25,62	0,00	1,05	
	Total Gizi				156,66	39,83	0,00	1,86	
	Selisih				72,94	2,52	5,10	6,75	
Makan Sore	Beras giling	0,64	224,00	2240,00	806,40	176,74	1,57	15,23	1427,76
	Ayam	0,79	276,50	7686,70	835,03	0,00	69,13	50,32	
	Kacang panjang	0,63	220,50	992,25	97,02	17,20	0,66	5,95	
	Kol	0,50	175,00	1750,00	42,00	9,28	0,35	2,45	
	Total Gizi				1780,45	203,21	71,70	73,96	
	Selisih				1206,45	109,94	58,95	52,43	
				32926,95					2612,16

Individu	Nama Makanan	Gen	Berat (g)	Harga (Rp)	Energi (kkal)	Karbohidrat (g)	Lemak (g)	Protein (g)	Penalti
<i>Child 2</i>									
Makan Pagi	Beras giling	0,69	241,50	2415,00	869,40	190,54	1,69	16,42	892,21
	Ikan lele	0,73	255,50	4088,00	237,62	0,00	5,62	46,50	
	Tempe	0,24	84,00	672,00	125,16	10,67	3,36	15,37	
	Kol	0,63	220,50	882,00	52,92	11,69	0,44	3,09	
	Total Gizi				1285,10	212,90	11,11	81,38	
	Selisih				711,09	119,62	1,64	59,86	
Snack 1	Pisang raja susu	0,40	140,00	2800,00	165,20	43,54	0,28	1,68	49,34
	Semangka	0,80	280,00	1400,00	78,40	19,32	0,56	1,40	
	Total Gizi				243,60	62,86	0,84	3,08	
	Selisih				14,00	25,55	4,26	5,53	
Makan Siang	Beras giling	0,32	112,00	1120,00	403,20	88,37	0,78	7,62	81,05
	Ikan mujair	0,28	98,00	2450,00	87,22	0,00	1,23	22,90	
	Tahu	0,52	182,00	1092,00	123,76	2,91	8,37	14,20	
	Terong	0,38	133,00	532,00	31,92	7,32	0,27	1,46	
	Total Gizi				646,10	98,60	10,65	46,18	
	Selisih				42,71	13,34	4,66	20,35	
Snack 2	Mangga	0,44	154,00	1540,00	80,08	18,94	0,00	1,08	89,77
	Pepaya	0,45	157,50	866,25	72,45	19,22	0,00	0,79	
	Total Gizi				152,53	38,16	0,00	1,87	
	Selisih				77,07	0,85	5,10	6,74	
Makan Sore	Beras giling	0,49	171,50	1715,00	617,40	135,31	1,20	11,66	1195,57
	Ayam	0,79	276,50	7686,70	835,03	0,00	69,13	50,32	
	Kacang panjang	0,63	220,50	992,25	97,02	17,20	0,66	5,95	
	Kol	0,52	182,00	1820,00	43,68	9,65	0,36	2,55	
	Total Gizi				1593,13	162,16	71,35	70,49	
	Selisih				1019,13	68,88	58,60	48,96	
				32071,20					2307,93

Individu	Nama Makanan	Gen	Berat (g)	Harga (Rp)	Energi (kkal)	Karbohidrat (g)	Lemak (g)	Protein (g)	Penalti
<i>Child 3</i>									
Makan Pagi	Beras giling	0,9	315,00	3150,00	1134,00	248,54	2,21	21,42	1220,66
	Ikan lele	0,5	164,50	2632,00	152,99	0,00	3,62	29,94	
	Tempe	0,5	178,50	1428,00	265,97	22,67	7,14	32,67	
	Kol	0	3,50	14,00	0,84	0,19	0,01	0,05	
	Total Gizi				1553,79	271,39	12,97	84,07	
	Selisih				979,79	178,12	0,22	62,55	
Snack 1	Pisang raja susu	0	3,50	70,00	4,13	1,09	0,01	0,04	210,56
	Semangka	0,5	182,00	910,00	50,96	12,56	0,36	0,91	
	Total Gizi				55,09	13,65	0,37	0,95	
	Selisih				174,51	23,66	4,73	7,66	
Makan Siang	Beras giling	0	10,50	105,00	37,80	8,28	0,07	0,71	541,93
	Ikan mujair	0	10,50	262,50	9,35	0,00	0,13	2,45	
	Tahu	0,7	252,00	1512,00	171,36	4,03	11,59	19,66	
	Terong	0,3	112,00	448,00	26,88	6,16	0,22	1,23	
	Total Gizi				245,39	18,48	12,02	24,06	
	Selisih				443,42	93,45	3,29	1,77	
Snack 2	Mangga	0,5	161,00	1610,00	83,72	19,80	0,00	1,13	46,12
	Pepaya	0,8	276,50	1520,75	127,19	33,73	0,00	1,38	
	Total Gizi				210,91	53,54	0,00	2,51	
	Selisih				18,69	16,23	5,10	6,10	
Makan Sore	Beras giling	0,6	199,50	1995,00	718,20	157,41	1,40	13,57	1355,17
	Ayam	0,79	276,50	7686,70	835,03	0,00	69,13	50,32	
	Kacang panjang	0,63	220,50	992,25	97,02	17,20	0,66	5,95	
	Kol	0,84	294,00	2940,00	70,56	15,58	0,59	4,12	
	Total Gizi				1720,81	190,19	71,77	73,96	
	Selisih				1146,81	96,91	59,02	52,43	
				27276,20					3374,45

Individu	Nama Makanan	Gen	Berat (g)	Harga (Rp)	Energi (kkal)	Karbohidrat (g)	Lemak (g)	Protein (g)	Penalti
<i>Child 4</i>									
Makan Pagi	Beras giling	0,3	112,00	1120,00	403,20	88,37	0,78	7,62	
	Ikan lele	0,6	206,50	3304,00	192,05	0,00	4,54	37,58	
	Tempe	0,4	154,00	1232,00	229,46	19,56	6,16	28,18	
	Kol	0,6	213,50	854,00	51,24	11,32	0,43	2,99	
	Total Gizi				875,95	119,24	11,91	76,37	
	Selisih				301,94	25,97	0,84	54,85	383,59
Snack 1	Pisang raja susu	0,8	283,50	5670,00	334,53	88,17	0,57	3,40	
	Semangka	0,5	175,00	875,00	49,00	12,08	0,35	0,88	
	Total Gizi				383,53	100,24	0,92	4,28	
	Selisih				153,93	62,93	4,19	4,33	225,38
Makan Siang	Beras giling	0,9	301,00	3010,00	1083,60	237,49	2,11	20,47	
	Ikan mujair	0,3	108,50	2712,50	96,57	0,00	1,36	25,36	
	Tahu	0,7	245,00	1470,00	166,60	3,92	11,27	19,11	
	Terong	0,7	245,00	980,00	58,80	13,48	0,49	2,70	
	Total Gizi				1405,57	254,88	15,22	67,63	
	Selisih				716,76	142,95	0,08	41,80	901,60
Snack 2	Mangga	0,1	24,50	245,00	12,74	3,01	0,00	0,17	
	Pepaya	0,4	133,00	731,50	61,18	16,23	0,00	0,67	
	Total Gizi				73,92	19,24	0,00	0,84	
	Selisih				155,68	18,07	5,10	7,77	186,63
Makan Sore	Beras giling	0,8	266,00	2660,00	957,60	209,87	1,86	18,09	
	Ayam	0,79	276,50	7686,70	835,03	0,00	69,13	50,32	
	Kacang panjang	0,63	220,50	992,25	97,02	17,20	0,66	5,95	
	Kol	0,51	178,50	1785,00	42,84	9,46	0,36	2,50	
	Total Gizi				1932,49	236,53	72,01	76,86	
	Selisih				1358,49	143,26	59,25	55,34	1616,33
				35327,95					3313,53

Individu	Nama Makanan	Gen	Berat (g)	Harga (Rp)	Energi (kkal)	Karbohidrat (g)	Lemak (g)	Protein (g)	Penalti
<i>Child 5</i>									
Makan Pagi	Beras giling	0,6	192,50	1925,00	693,00	151,88	1,35	13,09	707,99
	Ikan lele	1	332,50	5320,00	309,23	0,00	7,32	60,52	
	Tempe	0,2	52,50	420,00	78,23	6,67	2,10	9,61	
	Kol	0,7	238,00	952,00	57,12	12,61	0,48	3,33	
	Total Gizi				1137,57	171,16	11,24	86,54	
	Selisih				563,57	77,89	1,52	65,02	
Snack 1	Pisang raja susu	0,4	129,50	2590,00	152,81	40,27	0,26	1,55	52,74
	Semangka	0,5	178,50	892,50	49,98	12,32	0,36	0,89	
	Total Gizi				202,79	52,59	0,62	2,45	
	Selisih				26,81	15,28	4,49	6,16	
Makan Siang	Beras giling	0,3	105,00	1050,00	378,00	82,85	0,74	7,14	246,48
	Ikan mujair	0	3,50	87,50	3,12	0,00	0,04	0,82	
	Tahu	0,4	147,00	882,00	99,96	2,35	6,76	11,47	
	Terong	0	7,00	28,00	1,68	0,39	0,01	0,08	
	Total Gizi				482,76	85,58	7,55	19,50	
	Selisih				206,05	26,35	7,75	6,33	
Snack 2	Mangga	0,5	168,00	1680,00	87,36	20,66	0,00	1,18	140,61
	Pepaya	0,2	52,50	288,75	24,15	6,41	0,00	0,26	
	Total Gizi				111,51	27,07	0,00	1,44	
	Selisih				118,09	10,24	5,10	7,17	
Makan Sore	Beras giling	0,2	70,00	700,00	252,00	55,23	0,49	4,76	778,37
	Ayam	0,79	276,50	7686,70	835,03	0,00	69,13	50,32	
	Kacang panjang	0,63	220,50	992,25	97,02	17,20	0,66	5,95	
	Kol	0,71	248,50	2485,00	59,64	13,17	0,50	3,48	
	Total Gizi				1243,69	85,60	70,77	64,52	
	Selisih				669,69	7,68	58,02	42,99	
				27979,70					1926,19

Individu	Nama Makanan	Gen	Berat (g)	Harga (Rp)	Energi (kkal)	Karbohidrat (g)	Lemak (g)	Protein (g)	Penalti
<i>Child 6</i>									
Makan Pagi	Beras giling	0,9	318,50	3185,00	1146,60	251,30	2,23	21,66	1028,70
	Ikan lele	0,4	136,50	2184,00	126,95	0,00	3,00	24,84	
	Tempe	0,2	63,00	504,00	93,87	8,00	2,52	11,53	
	Kol	0,3	91,00	364,00	21,84	4,82	0,18	1,27	
	Total Gizi				1389,26	264,12	7,93	59,30	
	Selisih				815,25	170,85	4,82	37,78	
Snack 1	Pisang raja susu	0,4	154,00	3080,00	181,72	47,89	0,31	1,85	85,58
	Semangka	0,9	325,50	1627,50	91,14	22,46	0,65	1,63	
	Total Gizi				272,86	70,35	0,96	3,48	
	Selisih				43,26	33,04	4,14	5,13	
Makan Siang	Beras giling	0,4	122,50	1225,00	441,00	96,65	0,86	8,33	157,76
	Ikan mujair	0,4	136,50	3412,50	121,49	0,00	1,71	31,90	
	Tahu	0,7	238,00	1428,00	161,84	3,81	10,95	18,56	
	Terong	0,9	325,50	1302,00	78,12	17,90	0,65	3,58	
	Total Gizi				802,45	118,36	14,16	62,37	
	Selisih				113,64	6,43	1,14	36,54	
Snack 2	Mangga	0,1	31,50	315,00	16,38	3,87	0,00	0,22	85,23
	Pepaya	0,9	315,00	1732,50	144,90	38,43	0,00	1,58	
	Total Gizi				161,28	42,30	0,00	1,80	
	Selisih				68,32	4,99	5,10	6,81	
Makan Sore	Beras giling	0,9	325,50	3255,00	1171,80	256,82	2,28	22,13	1831,11
	Ayam	0,79	276,50	7686,70	835,03	0,00	69,13	50,32	
	Kacang panjang	0,63	220,50	992,25	97,02	17,20	0,66	5,95	
	Kol	0,04	14,00	140,00	3,36	0,74	0,03	0,20	
	Total Gizi				2107,21	274,76	72,09	78,61	
	Selisih				1533,21	181,49	59,34	57,08	
				32433,45					3188,38

Individu	Nama Makanan	Gen	Berat (g)	Harga (Rp)	Energi (kkal)	Karbohidrat (g)	Lemak (g)	Protein (g)	Penalti
<i>Child 7</i>									
Makan Pagi	Beras giling	0,5	178,50	1785,00	642,60	140,84	1,25	12,14	497,99
	Ikan lele	0,1	17,50	280,00	16,28	0,00	0,39	3,19	
	Tempe	0,5	185,50	1484,00	276,40	23,56	7,42	33,95	
	Kol	0,3	112,00	448,00	26,88	5,94	0,22	1,57	
	Total Gizi				962,15	170,33	9,28	50,84	
	Selisih				388,15	77,06	3,48	29,31	
Snack 1	Pisang raja susu	0,3	87,50	1750,00	103,25	27,21	0,18	1,05	70,75
	Semangka	0,8	266,00	1330,00	74,48	18,35	0,53	1,33	
	Total Gizi				177,73	45,57	0,71	2,38	
	Selisih				51,87	8,26	4,40	6,23	
Makan Siang	Beras giling	0,4	154,00	1540,00	554,40	121,51	1,08	10,47	265,13
	Ikan mujair	0,5	161,00	4025,00	143,29	0,00	2,01	37,63	
	Tahu	0,7	252,00	1512,00	171,36	4,03	11,59	19,66	
	Terong	0,3	94,50	378,00	22,68	5,20	0,19	1,04	
	Total Gizi				891,73	130,74	14,87	68,79	
	Selisih				202,92	18,81	0,43	42,96	
Snack 2	Mangga	0,6	220,50	2205,00	114,66	27,12	0,00	1,54	108,54
	Pepaya	0,1	49,00	269,50	22,54	5,98	0,00	0,25	
	Total Gizi				137,20	33,10	0,00	1,79	
	Selisih				92,40	4,21	5,10	6,82	
Makan Sore	Beras giling	0,9	322,00	3220,00	1159,20	254,06	2,25	21,90	1906,33
	Ayam	0,79	276,50	7686,70	835,03	0,00	69,13	50,32	
	Kacang panjang	0,63	220,50	992,25	97,02	17,20	0,66	5,95	
	Kol	0,88	308,00	3080,00	73,92	16,32	0,62	4,31	
	Total Gizi				2165,17	287,58	72,66	82,48	
	Selisih				1591,17	194,31	59,90	60,96	
				31985,45					2848,74

LAMPIRAN C SURAT PERSETUJUAN MENJADI PAKAR**SURAT PERSETUJUAN MENJADI PAKAR**

Nama : Titis Sari Kusuma
Pekerjaan : Dosen
Jurusan : Ilmu Gizi
Fakultas : Kedokteran
Universitas : Universitas Brawijaya

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

Nama : Karid Nurvenus
NIM : 115090607111015
Jurusan : Informatika
Fakultas : Ilmu Komputer
Universitas : Universitas Brawijaya
Judul Skripsi : Penerapan Algoritma Genetika untuk Optimasi Asupan Gizi
Pasien Diet Khusus dengan Biaya Minimal

dan menyatakan bahwa metode penghitungan kebutuhan gizi pasien diet khusus yang digunakan dalam skripsi mahasiswa tersebut telah dikonsultasikan dan disetujui.

Malang, 7 Oktober, 2015

Menyetujui,
Pakar,



Titis Sari Kusuma S.Gz
NIP. 198007022006042001