

# **OPTIMASI ASUPAN GIZI PADA IBU HAMIL DENGAN MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA**

## **SKRIPSI**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai gelar Sarjana Komputer



Disusun Oleh :

**AYU PUSPO SARI**

**105090601111009**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA**

**PROGRAM TEKNOLOGI INFORMASI DAN ILMU KOMPUTER**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2014**

## LEMBAR PERSETUJUAN

### OPTIMASI ASUPAN GIZI PADA IBU HAMIL DENGAN MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

#### SKRIPSI KONSENTRASI KOMPUTASI CERDAS DAN VISUALISASI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai gelar Sarjana Komputer



Disusun Oleh :

**AYU PUSPO SARI**

**105090601111009**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh:**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si., MT., Ph.D**  
**NIP. 197209191997021001**

**Candra Dewi, S.Kom., MSc**  
**NIP. 197711142003122001**

## LEMBAR PENGESAHAN

### OPTIMASI ASUPAN GIZI IBU HAMIL DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

#### SKRIPSI

#### LABORATORIUM KOMPUTASI CERDAS DAN VISUALISASI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk mencapai gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh :

**Ayu Puspo Sari**  
**105090601111009**

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji  
pada tanggal 10 Juli 2014  
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh  
gelar sarjana dalam bidang Ilmu Komputer

**Penguji I,**

**Edy Santoso, S.Si., M.Kom**  
**NIP. 197404142003121004**

**Penguji II,**

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

**Penguji III,**

**M. Ali Fauzi S.Kom., M.Kom**

**Mengetahui,**  
**Ketua Program Studi Informatika / Ilmu Komputer**

**Drs. Marji, MT.**  
**NIP. 196708011992031001**



## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

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 dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam 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, 18 Juli 2014

Mahasiswa,

Ayu Puspo Sari  
**NIM. 105090601111009**

## KATA PENGANTAR

Dengan Menyebut nama Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Penyayang. Segala puji bagi Allah SWT karena atas rahmat dan hidayahNya-lah penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Optimasi Asupan Gizi Pada Ibu Hamil Dengan Menggunakan Algoritma Genetika”. Shalawat dan salam atas junjungan besar kita Nabi Muhammad S.A.W. beserta keluarga dan para sahabat sekalian. Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Komputer di Program Studi Teknik Informatika Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang.

Melalui kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih penulis yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan – bantuan baik lahir maupun batin selama penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih penulis kepada :

1. Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si., MT., Ph.D dan Candra Dewi, S.Kom., MSc selaku dosen pembimbing skripsi yang telah dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibunda Yamaha, Ayahanda Sop Adi Suminto, Kakakku Bandung Wijaya, Adikku Heny Purwasih, Intan Pandini dan Dewi Utari serta seluruh keluarga besar atas segala nasehat, kasih sayang, perhatian dan kesabarannya di dalam membesarkan dan mendidik penulis, serta yang senantiasa tiada henti – hentinya memberikan doa dan semangat demi terselesaikannya skripsi ini.
3. Drs. Marji, M.T dan Issa Arwani, S.Kom, M.Sc selaku Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknik Informatika Universitas Brawijaya.
4. Seluruh Dosen Teknik Informatika Universitas Brawijaya atas kesediaan membagi ilmunya kepada penulis.
5. Seluruh Civitas Akademika Teknik Informatika Universitas Brawijaya yang telah banyak memberi bantuan dan dukungan selama penulis menempuh studi di Teknik Informatika Universitas Brawijaya dan selama penyelesaian skripsi ini.

6. Dwy S, Monica, Meyta, Ayna, Dwi R, Dita, Amenk, Alfa, Eva, Heni, Jessica, teman seperjuangan selama menempuh perkuliahan sejak 2010.
7. Lutvi, Ria, dan Ade yang selalu mengisi dan menemani hari-hariku di kosan dengan segala warna-warni kehidupan.
8. Nurina, Lana, Mirda, Rina, Thesissa, dan Ghatmee para sahabatku.
9. Sahabat - sahabatku Angkatan 2010 Teknik Informatika, terimakasih atas segala bantuannya selama menempuh studi di Teknik Informatika Universitas Brawijaya.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang terlibat baik secara langsung maupun yang tidak langsung demi terselesaikannya 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. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi penyusun maupun pihak lain yang menggunakannya.

Malang, 18 Juli 2014

Penulis,

Ayu Puspo Sari

**NIM. 105090601111009**



## ABSTRAK

**Ayu Puspo Sari. 2014: Optimasi Asupan Gizi Pada Ibu Hamil Dengan Menggunakan Algoritma Genetika.**

**Dosen Pembimbing: Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si., MT. Ph.D dan Candra Dewi, S.Kom., MSc.**

Asupan gizi yang baik adalah gizi yang terpenuhi secara seimbang dimana tidak berlebihan maupun tidak kekurangan. Untuk itu diperlukan pengukuran pada setiap individu besar gizi yang dibutuhkan. Kondisi ibu hamil yang berbeda dengan kondisi dengan kondisi individu lainnya menyebabkan dalam perhitungan kebutuhan gizinya terdapat beberapa perbedaan. Gizi dapat diperoleh dari makanan. Tiap bahan makanan memiliki kandungan gizi (energi, karbohidrat, protein, dan lemak) dan harga yang berbeda-beda. Harga bahan makanan yang tinggi tidak selalu memiliki kandungan gizi yang tinggi pula. Algoritma genetika yang merupakan salah satu algoritma yang bersifat *heuristic* dan dapat menyelesaikan permasalahan *multi objective*, sehingga dapat diterapkan untuk mencari solusi terbaik terhadap asupan gizi pada ibu hamil sehingga diperoleh bahan makanan dengan gizi yang sesuai dan seimbang dengan kebutuhan ibu hamil tertentu dengan harga minimal. Pencarian solusi dilakukan dengan mengkombinasikan kromosom kemudian diproses dengan operator genetika (seleksi, *crossover*, dan mutasi) dengan menginisialisasi parameter genetika (ukuran populasi, probabilitas *crossover*, probabilitas mutasi, dan jumlah generasi). 150 data diuji dengan menggunakan *single point crossover*, *reciprocal exchange mutation*, dan seleksi elitis, dan didapatkan hasil terbaik dengan nilai *fitness* tertinggi yang mendekati kebutuhan gizi ibu hamil pada ukuran populasi 150, jumlah generasi 1500, nilai probabilitas *crossover* 0,4 dan probabilitas mutasi 0,6. Namun hasil optimasi tersebut masih kurang dari asupan gizi ibu hamil semestinya.

**Kata kunci :** Algoritma Genetika, Optimasi, Gizi, Ibu Hamil

## ABSTRACT

**Ayu Puspo Sari. 2014: Optimization of Nutrient Intake For Mother Pregnant Using Genetic Algorithm.**

**Advisor: Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si., MT. Ph.D dan Candra Dewi, S.Kom., MSc.**

*Good nutrient intake is a balanced nutrition which is not excessive and does not lack. For that, measure individual nutrition is needed. Different conditions of pregnant women with the condition of the other individual conditions cause the calculation of nutritional is needed. Nutrition can be obtained from foods. Each food ingredients contain nutrients (energy, carbohydrate, protein, and fat) and different prices. High food prices do not always have a high nutrient content as well. Genetic algorithm is one that is both heuristic and an algorithm which can solve multi-objective problems, so it can be applied to find the best solution to the pregnant women nutritions in order to obtain foods with appropriate and balanced nutrition of pregnant women with minimum price. Search solution can be done by combining the chromosomes and processed with genetic operators (selection, crossover, and mutation) with genetic parameter initializations (population size, crossover probability, mutation propability, and number of generations). 150 datas were tested using singe point crossover, reciprocal exchange mutation, and elitis selection, and obtained best results with maximal fitness value that approach nutrient necessary value for mother pregnant with combination population size is 150, the number of generations is 1500, crossover probability is 0,4 and mutation probability is 0,6. But, that optimation result is less than nutrient intake for mother pregnant.*

**Keywords:** Genetic algorithms, optimization, nutrient intake, pregnant women



## DAFTAR ISI

|                                               |      |
|-----------------------------------------------|------|
| LEMBAR PERSETUJUAN.....                       | i    |
| LEMBAR PENGESAHAN .....                       | ii   |
| PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI .....         | iii  |
| KATA PENGANTAR .....                          | iv   |
| ABSTRAK.....                                  | vi   |
| ABSTRACT.....                                 | vii  |
| DAFTAR ISI.....                               | viii |
| DAFTAR GAMBAR .....                           | xi   |
| DAFTAR TABEL.....                             | xii  |
| DAFTAR SOURCE CODE .....                      | xiii |
| BAB I 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 .....                             | 3    |
| 1.6 Metodologi Penelitian.....                | 3    |
| 1.7 Sistematika Penyusunan Laporan .....      | 4    |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....    | 5    |
| 2.1 Kehamilan .....                           | 5    |
| 2.1.1 Asupan Gizi Ibu Hamil .....             | 5    |
| 2.1.2 Berat Badan Ibu Hamil.....              | 6    |
| 2.2 Gizi.....                                 | 7    |
| 2.2.1 Energi .....                            | 7    |
| 2.2.2 Karbohidrat .....                       | 10   |
| 2.2.4 Protein .....                           | 11   |
| 2.3 Algoritma Genetika.....                   | 12   |
| 2.3.1 Parameter Algoritma Genetika.....       | 13   |
| 2.3.2 Komponen Utama Algoritma Genetika ..... | 14   |

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN DAN PERANCANGAN.....                      | 19 |
| 3.1 Tahapan Penelitian .....                                            | 19 |
| 3.2 Analisa Kebutuhan Sistem .....                                      | 20 |
| 3.2.1 Deskripsi Umum Sistem .....                                       | 20 |
| 3.2.2 Data yang Digunakan.....                                          | 20 |
| 3.3 Perancangan Sistem .....                                            | 20 |
| 3.4 Proses Algoritma Genetika .....                                     | 21 |
| 3.4.1 Generate Populasi Awal.....                                       | 22 |
| 3.4.2 Pindah Silang ( <i>Crossover</i> ) .....                          | 23 |
| 3.4.3 Mutasi.....                                                       | 25 |
| 3.4.4 Menghitung <i>Fitness</i> .....                                   | 28 |
| 3.4.5 Seleksi .....                                                     | 30 |
| 3.4.6 Perhitungan Manual .....                                          | 31 |
| 3.4.7 Inisialisasi Parameter Awal.....                                  | 32 |
| 3.4.8 Membuat Populasi Awal .....                                       | 32 |
| 3.4.9 Menghitung Nilai <i>Fitness</i> .....                             | 34 |
| 3.4.10 <i>Crossover</i> .....                                           | 37 |
| 3.4.11 Mutasi.....                                                      | 38 |
| 3.4.12 Seleksi .....                                                    | 42 |
| 3.4.13 Memilih Kromosom Terbaik .....                                   | 43 |
| 3.5 Perancangan <i>User Interface</i> .....                             | 43 |
| 3.5.1 Tampilan Halaman Utama .....                                      | 43 |
| 3.5.2 Tampilan Data dan Hasil Pemrosesan Algoritma Genetika.....        | 45 |
| 3.6 Perancangan Uji Coba dan Evaluasi .....                             | 45 |
| 3.6.1 Uji Coba Banyaknya Generasi .....                                 | 46 |
| 3.6.2 Uji Coba Kombinasi Probabilitas <i>Crossover</i> dan Mutasi ..... | 46 |
| 3.6.3 Uji Coba Ukuran Populasi .....                                    | 47 |
| BAB IV IMPLEMENTASI .....                                               | 49 |
| 4.1 Lingkungan Implementasi.....                                        | 49 |
| 4.1.1 Lingkungan Perangkat Keras .....                                  | 49 |
| 4.1.2 Lingkungan Perangkat Lunak .....                                  | 49 |

|                                                                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2 Implementasi Program .....                                                                                                                    | 49 |
| 4.2.1 Struktur Data .....                                                                                                                         | 50 |
| 4.2.2 Mengambil Data Bahan Makanan.....                                                                                                           | 50 |
| 4.2.3 Pembangkitan Populasi Awal .....                                                                                                            | 51 |
| 4.2.4 Proses <i>Crossover</i> .....                                                                                                               | 51 |
| 4.2.5 Proses Mutasi .....                                                                                                                         | 52 |
| 4.2.6 Perhitungan Penalti .....                                                                                                                   | 54 |
| 4.2.7 Perhitungan <i>Fitness</i> .....                                                                                                            | 55 |
| 4.2.8 Proses Seleksi dengan Metode Elitis.....                                                                                                    | 55 |
| 4.2.9 Proses Pemilihan Kromosom Terbaik.....                                                                                                      | 56 |
| 4.3 Implementasi Antarmuka .....                                                                                                                  | 56 |
| BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS.....                                                                                                                 | 59 |
| 5.1 Hasil Pengujian Sistem .....                                                                                                                  | 59 |
| 5.2 Hasil dan Analisa Pengujian Parameter Algoritma Genetika .....                                                                                | 60 |
| 5.2.1 Hasil dan Analisa Uji Coba Banyaknya Generasi.....                                                                                          | 60 |
| 5.2.2 Hasil dan Analisa Uji Coba Ukuran Populasi .....                                                                                            | 62 |
| 5.2.3 Hasil dan Analisa Uji Coba Percobaan Kombinasi Probabilitas<br><i>Crossover</i> dan Probabilitas Mutasi .....                               | 64 |
| 5.2.4 Analisa Perbandingan Nilai Kebutuhan Gizi Ibu Hamil dengan Nilai<br>Gizi yang Dihasilkan Kromosom Terbaik dari Proses Algoritma Genetika .. | 66 |
| BAB VI PENUTUP .....                                                                                                                              | 69 |
| 6.1 Kesimpulan .....                                                                                                                              | 69 |
| 6.2 Saran.....                                                                                                                                    | 69 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                                                                                                              | 71 |
| Lampiran Kandungan Gizi dan harga Bahan Makanan .....                                                                                             | 74 |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Contoh <i>crossover</i> .....                                                                        | 16 |
| Gambar 2.2 Contoh mutasi .....                                                                                  | 17 |
| Gambar 3.1 Metode penelitian .....                                                                              | 19 |
| Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> algoritma genetika .....                                                            | 22 |
| Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> proses <i>crossover</i> .....                                                       | 24 |
| Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> proses <i>crossover</i> yang digunakan .....                                        | 25 |
| Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> proses mutasi .....                                                                 | 26 |
| Gambar 3.6 <i>Flowchart</i> proses mutasi yang digunakan .....                                                  | 27 |
| Gambar 3.7 <i>Flowchart</i> proses perhitungan <i>fitness</i> .....                                             | 28 |
| Gambar 3.8 <i>Flowchart</i> penalti .....                                                                       | 29 |
| Gambar 3.9 <i>Flowchart</i> penalti gizi .....                                                                  | 30 |
| Gambar 3.10 <i>Flowchart</i> proses seleksi dengan metode elitis .....                                          | 31 |
| Gambar 3.11 Kromosom 1 .....                                                                                    | 34 |
| Gambar 3.12 <i>Offspring</i> hasil mutasi .....                                                                 | 41 |
| Gambar 3.13 <i>Offspring</i> akhir hasil mutasi .....                                                           | 42 |
| Gambar 3.14 Tampilan halaman awal .....                                                                         | 44 |
| Gambar 3.15 Halaman hasil pemrosesan .....                                                                      | 45 |
| Gambar 4.1 Tampilan halaman menu utama input data .....                                                         | 57 |
| Gambar 4.2 Tampilan halaman hasil proses algoritma genetika .....                                               | 57 |
| Gambar 4.3 Detail halaman hasil proses algoritma genetika .....                                                 | 58 |
| Gambar 5.1 Grafik hasil uji coba banyaknya generasi .....                                                       | 61 |
| Gambar 5.2 Grafik hasil uji coba ukuran populasi .....                                                          | 63 |
| Gambar 5.3 Grafik hasil uji coba kombinasi probabilitas <i>crossover</i> dan probabilitas mutasi .....          | 65 |
| Gambar 5.4 Input parameter algoritma genetika dan input kondisi ibu hamil beserta hasil kebutuhan gizinya ..... | 67 |
| Gambar 5.5 Kromosom terbaik hasil proses algoritma genetika dan nilai kandungan gizinya .....                   | 68 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Tabel jenis kegiatan aktivitas fisik.....                                                              | 9  |
| Tabel 3.1 Populasi awal .....                                                                                    | 33 |
| Tabel 3.2 Total 10 harga maksimal.....                                                                           | 34 |
| Tabel 3.3 Detail kromosom 1.....                                                                                 | 34 |
| Tabel 3.4 Hasil perhitungan nilai <i>fitness</i> tiap kromosom.....                                              | 36 |
| Tabel 3.5 Pembangkitan bilangan acak untuk proses <i>crossover</i> .....                                         | 37 |
| Tabel 3.6 Pembangkitan bilangan acak untuk proses mutasi.....                                                    | 39 |
| Tabel 3.7 Lokasi yang mengalami mutasi.....                                                                      | 39 |
| Tabel 3.8 Hasil mutasi perubahan informasi gen.....                                                              | 40 |
| Tabel 3.9 Syarat perubahan panjang <i>offspring</i> hasil mutasi perubahan informasi gen .....                   | 41 |
| Tabel 3.10 Hasil acak untuk mutasi perubahan panjang <i>offspring</i> .....                                      | 41 |
| Tabel 3.11 Hasil seleksi elitis.....                                                                             | 42 |
| Tabel 3.12 Rancangan uji coba banyaknya generasi .....                                                           | 46 |
| Tabel 3.13 Rancangan uji coba nilai <i>fitness</i> pada probabilitas <i>crossover</i> dan mutasi .....           | 47 |
| Tabel 3.14 Rancangan uji coba ukuran populasi .....                                                              | 48 |
| Tabel 5.1 Hasil uji coba sistem .....                                                                            | 59 |
| Tabel 5.2 Hasil percobaan banyaknya generasi percobaan ke 1-10.....                                              | 61 |
| Tabel 5.3 Hasil percobaan ukuran populasi percobaan ke 1-10.....                                                 | 62 |
| Tabel 5.4 Hasil percobaan kombinasi probabilitas <i>crossover</i> dan probabilitas mutasi percobaan ke 1-10..... | 64 |

## DAFTAR SOURCE CODE

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| Source Code 4.1 Struktur data program.....              | 50 |
| Source Code 4.2 Pengambilan data bahan makanan.....     | 51 |
| Source Code 4.3 Pembangkitan populasi awal .....        | 51 |
| Source Code 4.4 Proses <i>crossover</i> .....           | 52 |
| Source Code 4.5 Proses mutasi .....                     | 54 |
| Source Code 4.6 Proses perhitungan penalti.....         | 54 |
| Source Code 4.7 Proses perhitungan <i>fitness</i> ..... | 55 |
| Source Code 4.8 Proses seleksi elitis .....             | 56 |
| Source Code 4.9 Proses pemilihan kromosom terbaik.....  | 56 |





## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Di Indonesia, Angka Kematian Ibu (AKI) dan Angka Kematian Bayi (AKB) masih tergolong tinggi. Berdasarkan Survei Demografi dan Kesehatan Indonesia (SDKI) pada tahun 2012 lalu menyebutkan bahwa AKI dan AKB meningkat 57% dibandingkan dengan survei sebelumnya pada tahun 2007.

Asupan gizi merupakan salah satu hal yang berhubungan dengan *outcome* kehamilan. Asupan gizi yang baik adalah diperoleh dari makanan yang bervariasi dengan gizi seimbang sesuai dengan kebutuhan. Gizi yang tidak terpenuhi dapat disebabkan oleh beberapa aspek. Diantaranya karena latar belakang pendidikan, faktor ekonomi, dan lain sebagainya [BRO-05].

Pemerintah memiliki beberapa macam program untuk menekan angka kematian ibu hamil. Salah satunya pemberian Jaminan Persalinan (Jampersal) yaitu berupa bantuan finansial untuk penduduk miskin untuk biaya proses persalinan. Namun hal itu masih belum bisa menekan angka kematian ibu yang terlihat dari malah semakin meningkatnya angka kematian ibu [RUS-13].

Harga yang tergolong mahal saat ini membuat ibu hamil dari keluarga kurang mampu kesulitan memenuhi asupan gizi. Penilaian status gizi ibu hamil juga berbeda dengan wanita tidak hamil. Untuk menyelesaikan permasalahan ini maka dibuatlah suatu sistem untuk menentukan optimasi asupan gizi ibu hamil.

Pada penelitian Rismawan dan Kusumadewi (2007), Uyun dan Hartanti (2011), dan Aribowo (2008) menggunakan algoritma genetika untuk menentukan komposisi bahan pangan. Hasil dari ketiga penelitian tersebut didapatkan komposisi bahan makanan untuk kebutuhan harian, penyakit ginjal, dan ternak secara optimal yang mencukupi kebutuhan gizi. Namun nilai *fitness* yang

digunakan tidak mencangkup harga tiap bahan makanan dan penalti apabila terjadi pelanggaran dalam mencukupi asupan gizi.

Algoritma genetika banyak digunakan dalam masalah optimasi dan mempunyai kemampuan untuk menghasilkan solusi yang baik untuk masalah-masalah rumit [MAH-13]. Pada penelitian ini digunakan metode algoritma genetika untuk mendapatkan hasil kombinasi kromosom terbaik dalam optimasi asupan gizi pada ibu hamil dimana didapatkan kombinasi bahan makanan dengan dengan kandungan gizi seimbang dengan harga minimal.

### 1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana bentuk kromosom dan *fitness* yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi asupan gizi pada ibu hamil.
2. Bagaimana pengaruh parameter algoritma genetika (jumlah populasi, probabilitas *crossover*, probabilitas mutasi, dan jumlah generasi) terhadap hasil dari optimasi asupan gizi pada ibu hamil.

### 1.3 Batasan Masalah

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

1. Gizi hanya meliputi *energi*, karbohidrat, protein dan lemak.
2. Bahan makanan yang digunakan diambil dari Daftar Komposisi Bahan Makanan (DKBM) Indonesia yang diterbitkan oleh Depkes 2005 dan telah disesuaikan dengan kondisi khusus ibu hamil sebanyak 150 bahan.
3. Harga yang digunakan adalah harga umum bahan makanan di Kota Kediri pada Mei 2014.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah :

1. Menentukan bentuk kromosom dan *fitness* yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi asupan gizi pada ibu hamil.
2. Mengetahui dan mengukur parameter algoritma genetika (jumlah populasi, probabilitas *crossover*, probabilitas mutasi, dan jumlah generasi) terhadap hasil dari optimasi asupan gizi pada ibu hamil.

#### 1.5 Manfaat

Manfaat yang bisa diambil dari penulisan skripsi ini adalah mendapatkan pemecahan dalam masalah optimasi pemenuhan asupan gizi pada ibu hamil dengan macam bahan yang memiliki gizi seimbang dan sesuai dengan kebutuhan ibu hamil serta memiliki harga seminimal mungkin.

#### 1.6 Metodologi Penelitian

##### a. Studi Literatur

Mempelajari teori yang berhubungan dengan perhitungan gizi pada ibu hamil dan algoritma genetika.

##### b. Pendefinisian dan Analisis Masalah

Mendefinisikan dan menganalisis masalah untuk memperoleh solusi yang tepat.

##### c. Perancangan dan Implementasi Sistem

Membuat perancangan perangkat lunak dan mengimplementasikan hasilnya untuk membuat perangkat lunak tersebut.

##### d. Uji Coba dan Analisis Hasil Implementasi

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 Penyusunan Laporan

Sistematika penulisan tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab dengan masing-masing bab diuraikan sebagai berikut:

### **BAB I : Pendahuluan**

Menguraikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah pengembangan sistem serta tujuan dan manfaat dari sistem ini.

### **BAB II : Tinjauan Pustaka**

Menguraikan tentang dasar teori dan referensi yang mendasari proses perancangan dan implementasi dari sistem untuk Optimasi Asupan Gizi Pada Ibu Hamil Dengan Menggunakan Algoritma Genetika.

### **BAB III: Metodologi Penelitian**

Menguraikan tentang metode dan langkah kerja yang dilakukan dalam proses perancangan dan implementasi sistem untuk Optimasi Asupan Gizi Pada Ibu Hamil Dengan Menggunakan Algoritma Genetika.

### **BAB IV: Implementasi**

Membahas proses implementasi dari perancangan Optimasi Asupan Gizi Pada Ibu Hamil Dengan Menggunakan Algoritma Genetika.

### **BAB V : Pengujian dan Analisis**

Membahas dan menguraikan hasil pengujian terhadap perangkat lunak yang telah direalisasikan.

### **BAB VI: Kesimpulan dan Saran**

Memuat kesimpulan yang diperoleh dari pembuatan dan pengujian perangkat lunak yang dikembangkan dalam sistem untuk Optimasi Asupan Gizi Pada Ibu Hamil Dengan Menggunakan Algoritma Genetika ini serta saran - saran untuk pengembangan lebih lanjut.

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 Kehamilan

Kehamilan menurut dunia medis adalah masa seorang wanita membawa embrio atau fetus di dalam tubuhnya. Kehamilan adalah mengandung anak (gestasi dari periode menstruasi sebelumnya sampai persalinan, yang normalnya adalah 40 minggu atau 280 hari). Kehamilan 40 minggu dikatakan cukup bulan [BRO-09].

Tahap kehamilan disebut trisemester yang dibagi dalam 3 periode, masing-masing 13 minggu lamanya. Trisemester pertama kebanyakan sering terjadi keguguran. Mudahnya terjadi keguguran pada periode ini dikarenakan trisemester pertama adalah waktu pembentukan dan perkembangan yang pesat dari sistem organ bayi yang dengan mudah bisa terganggu. Trisemester kedua perkembangan janin dapat dimonitor dan didiagnosa. Trisemester ketiga menandakan janin masih tetap hidup dengan terjadi kelahiran awal alami atau dipaksakan. Pada trisemester ketiga sebagian besar mengalami hipertensi karena kehamilan mulai timbul pada si calon ibu [CUR-94].

##### 2.1.1 Asupan Gizi Ibu Hamil

Asupan gizi sangat menentukan kesehatan ibu hamil dan janin yang dikandungnya. Kebutuhan gizi pada masa kehamilan akan meningkat sebesar 15% dibandingkan dengan kebutuhan wanita normal. Peningkatan gizi ini dibutuhkan untuk pertumbuhan rahim, payudara, volume darah, plasenta, air ketuban, dan pertumbuhan janin. Makanan yang dikonsumsi oleh ibu hamil akan digunakan untuk pertumbuhan janin sebesar 40% dan sisanya (60%) digunakan untuk pertumbuhan ibunya [HUL-07].

Pada masa ibu hamil terjadi kenaikan kebutuhan kalori karena basal metabolisme bertambah tinggi. Apabila pertambahan berat badan sangat cepat, maka sebaiknya jumlah kalori diturunkan. Pengurangan kalori hendaknya



sedemikian rupa, sehingga tidak menyebabkan protein turut dibakar untuk memenuhi kebutuhan tenaga, karena protein sangat diperlukan dalam perkembangan janin [MOE-92]. Berdasarkan AKG (Angka Kecukupan Gizi) 2013, penambahan kalori yang terjadi pada ibu hamil pada trisemester 1,2 dan 3 secara berturut adalah sebanyak 180 kkal, 300 kkal dan 300 kkal.

Yang harus diperhatikan dalam makanan wanita hamil adalah protein, karena unsur ini sangat perlu untuk pertumbuhan janin, lagi pula biasanya makanan yang kadar proteinnya rendah, juga unsur gizi lainnya juga kurang. Secara umum, kekurangan protein juga kekurangan vitamin B kompleks karena vitamin banyak ditemukan di bahan makanan yang mengandung protein [MOE-92].

Berat badan yang berlebih pada ibu hamil juga meningkatkan risiko gangguan kesehatan ibu dan bayinya. Dampak dari berat badan berlebih selama mengandung diantaranya ibu berisiko terkena diabetes dan hipertensi, infeksi setelah proses bersalin akibat banyaknya pembuluh darah yang tersumbat, tumbuhnya kuman penyebab infeksi pada lemak yang tertimbun di lapisan kulit, pertumbuhan bayi terhambat akibat plasenta yang berguna untuk menyuplai oksigen terganggu oleh timbunan lemak, kecerdasan anak berkurang akibat rusaknya sel-sel otak yang tidak tersupai oksigen, anak mengalami gangguan paru-paru, anak terlahir obesitas, dan bayi terlahir *caesar*, *premature*, bahkan meninggal [AYA-13].

### **2.1.2 Berat Badan Ibu Hamil**

Menurut WHO, kehamilan perlu diperiksa secara rutin minimal sebanyak 4 kali selama mengandung dimana 1 kali saat trisemester 1, 1 kali saat trisemester 2, dan 2 kali saat trisemeter ke 3. Perubahan yang terjadi selama kehamilan diantaranya adalah perubahan berat badan. Penambahan berat badan pada ibu hamil merupakan perkembangan dari komponen janin dalam kandungan ibu sejumlah 7-12kg selama masa kehamilan. Oleh karena itu, penambahan berat badan haruslah sesuai untuk memantau apakah janin dalam kandungan berkembang dengan semestinya [KUS-12].



Untuk memenuhi kebutuhan gizi ibu hamil, haruslah sesuai dengan berat badan ideal ibu hamil, dimana : [ARA-08]

$$\text{BBI (Berat Badan Ideal)} = 90\% \times (\text{Tinggi Badan} - 100) \quad (2-1)$$

Khusus untuk ibu hamil yang mengalami penambahan berat badan sebanyak 350 - 400 gram setiap minggunya, maka : [ARA-08]

$$\text{BBIH (Berat Badan Ibu Hamil)} = \text{BBI} + (\text{Usia Hamil} \times 0,35) \quad (2-2)$$

Dimana :

0,35 = Tambahan berat badan dalam kg per minggunya.

## 2.2 Gizi

Kata gizi berasal dari bahasa Arab “*ghidza*” yang berarti makanan. Ilmu gizi adalah cabang pengetahuan yang khusus mempelajari hubungan antara makanan yang kita makan dengan kesehatan tubuh. Selain itu, ilmu gizi juga menyangkut cara untuk mencegah terjadinya kekurangan unsur-unsur makanan maupun faktor-faktor yang dapat menyebabkan seseorang tidak memperoleh zat-zat makanan yang cukup diperlukan tubuh. Yang termasuk zat gizi yaitu protein, karbohidrat, lemak, vitamin, mineral, dan lain-lain. Zat gizi ini secara alami dapat diperoleh dari makanan [ALM-09].

### 2.2.1 Energi

Energi basal adalah energi minimal yang diperlukan tubuh dalam keadaan istirahat, paling sedikit dua belas jam setelah makan, mental dan fisik dalam keadaan istirahat total, berbaring tapi tidak tidur, dan suhu ruangan sekitar 25°C. Energi basal ini dipengaruhi oleh luas badan (ditentukan oleh faktor berat dan tinggi badan), umur, jenis kelamin, cuaca, ras, status gizi, penyakit dan hormon [SUS-04].

Kekurangan energi terjadi apabila konsumsi energi melalui makanan kurang dari energi yang dikeluarkan. Tubuh akan mengalami keseimbangan energi negatif yang berakibat berat badan kurang dari berat badan seharusnya.

Bila terjadi pada bayi dan anak-anak akan menghambat pertumbuhan dan pada orang dewasa penurunan berat badan dan kerudakan jaringan tubuh. Gejalanya adalah kurang perhatian, gelisah, lemah, cengeng, kurang semangat dan penurunan daya tahan terhadap penyakit infeksi [ALM-09].

Kelebihan energi terjadi apabila konsumsi energi melalui makanan melebihi energi yang dikeluarkan. Kelebihan energi akan diubah menjadi lemak tubuh yang berakibat berat badan lebih atau kegemukan yang disebabkan baik oleh kebanyakan makanan dalam hal karbohidrat, lemak maupun protein, atau karena kurang bergerak. Kegemukan dapat menyebabkan gangguan dalam fungsi tubuh, yang dapat memicu penyakit diabetes mellitus, hipertensi, penyakit jantung coroner, penyakit kanker, dan dapat mempendek harapan hidup [ALM-09].

Energi yang diperoleh dapat dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu : [SUS-04]

1. Energi luar, yaitu energi yang diperlukan untuk melakukan aktivitas yang memerlukan kegiatan otot seperti bekerja, berlari, berjalan.
2. Energi dalam (metabolisme basal) yaitu energi yang diperlukan untuk mempertahankan hidup seperti mengatur denyut jantung, paru-paru, sirkulasi darah, dan lain-lain. Pengukuran energi metabolisme basal dilakukan pada saat tubuh dalam keadaan istirahat total.
3. Energi yang diperlukan untuk pembentukan jaringan tubuh yang baru, untuk menjaga suhu badan dan untuk berbagai proses metabolisme (*Spesific Dinamic Action* = SDA)

#### 2.2.1.1 Perhitungan Kebutuhan Gizi Pada Ibu Hamil

Berikut rumus untuk menghitung kebutuhan energi ibu hamil dengan menggunakan metode Cooper : [POE-05]

$$\text{Total Energy Expenditure (TEE)} = \text{AMB} - \text{KT} + \text{AF} + \text{SDA} \quad (2-3)$$

Dimana :

$$\text{AMB (Angka Metabolisme Basal)} = \text{BBIH} \times 1 \times 24 \text{ jam} \quad (2-4)$$

$$KT \text{ (Koreksi Tidur)} = BBIH \times 0,1 \times \text{jam tidur (7jam)} \quad (2-5)$$

$$AF \text{ (Aktivitas Fisik)} = \% \text{ Aktifitas} \times (AMB - KT) \quad (2-6)$$

$$SDA \text{ (Spesific Dinamic Action)} = 9\% \times (AMB - KT + AF) \quad (2-7)$$

Jenis kegiatan pada tiap aktivitas fisik dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Tabel jenis kegiatan aktivitas fisik

| No | Jenis Kegiatan Aktivitas Fisik |                             |                         |                                     |                                              |
|----|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------|
|    | Istirahat (10%)                | Sangat Ringan (30%)         | Ringan (50%)            | Sedang (75%)                        | Berat (100%)                                 |
| 1  | Bed rest                       | Kegiatan berdiri atau duduk | Berjalan 4 - 4,8 km/jam | Berjalan 5,6 - 6,4 km/jam           | Berjalan menanjak dengan membawa beban berat |
| 2  | Keadaan koma                   | Melukis                     | Pekerjaan elektronik    | Menyiangi rumput                    | Menendang pohon                              |
| 3  |                                | Mengemudi                   | Memahat                 | Mencangkul                          | Bermain basket                               |
| 4  |                                | Kegiatan laboratorium       | Pekerjaan di restoran   | Membawa beban sedang ( $\pm 10$ kg) | Memanjat                                     |
| 5  |                                | Menulis                     | Bengkel                 | Bersepeda                           | Bermain sepak bola                           |
| 6  |                                | Menjahit                    | Membersihkan rumah      | Bermain ski                         | Berenang                                     |
| 7  |                                | Menyetrika                  | Mengasuh anak           | Bermain tenis                       |                                              |
| 8  |                                | Memasak                     | Golf                    | Berdansa                            |                                              |
| 9  |                                | Bermain kartu               | Bermain tenis meja      |                                     |                                              |
| 10 |                                | Bermain musik               |                         |                                     |                                              |

Setelah mendapatkan TEE, untuk mendapatkan kebutuhan protein, lemak dan karbohidrat harian, dapat diperoleh dengan cara :

$$\blacksquare \text{ Karbohidrat} = 60\% \times \text{TEE} \quad (2-8)$$



- Lemak = 25% x TEE (2-9)
- Protein = 15% x TEE (2-10)

### 2.2.2 Karbohidrat

Karbohidrat merupakan sumber energi utama bagi manusia. Semua karbohidrat berasal dari tumbuh-tumbuhan. Fungsi karbohidrat diantaranya sebagai sumber energi, pemberi rasa manis pada makanan, penghemat protein, pengatur metabolisme lemak, membantu pengeluaran feses, membuat cadangan tenaga badan, memberikan rasa kenyang, sumber energi utama bagi otak dan syaraf, simpanan sebagai glikogen (energi yang tersimpan dalam hati dan otot), dan pengatur peristaltik usus [ALM-09].

Untuk memelihara kesehatan, WHO (1990) menganjurkan agar 50-65% konsumsi energi total berasal dari karbohidrat kompleks dan paling banyak hanya 10% berasal dari gula sederhana. Rata-rata konsumsi energi yang berasal dari karbohidrat menurut Badan Pusat Statistik Indonesia tahun 1990 adalah 72% [ALM-09].

Sumber karbohidrat adalah padi-padian atau sereal, umbi-umbian, kacang-kacang kering, dan gula. Hasil olah bahan-bahan ini adalah bihun, mie, roti, tepung-tepungan, selai, sirup, dan sebagainya. Sebagian besar sayur dan buah-buahan tidak mengandung karbohidrat. Sayur umbi-umbian seperti wortel dan bit serta sayur kacang-kacangan relatif lebih banyak mengandung karbohidrat dibanding sayur buah-buahan. Bahan makanan hewani seperti daging, ayam, ikan, telur, dan susu sedikit sekali mengandung karbohidrat. Sumber karbohidrat yang banyak dimakan sebagai makanan pokok di Indonesia adalah beras, jagung, ubi, singkong, talas dan sagu [ALM-09].

### 2.2.3 Lemak

Lemak memiliki beberapa fungsi, diantaranya sebagai sumber energi, sebagai alat angkut vitamin larut lemak, menghemat protein, memberi rasa kenyang dan kelezatan, memelihara suhu tubuh, pelindung organ tubuh, sebagai cadangan tenaga, membangun sel-sel jaringan tubuh manusia, mengganti sel-sel

tubuh yang rusak, untuk membuat air susu, enzim-senzim dan hormon-hormon, membuat protein darah, sebagai isolasi sehingga panas tubuh tidak banyak yang keluar, dan menjaga keseimbangan asam basa dari cairan tubuh [ALM-09].

Kekurangan asam lemak esensial dapat menyebabkan gangguan saraf dan penglihatan, penghambatan pertumbuhan bayi dan anak-anak, kegagalan reproduksi, serta gangguan pada kulit, hati dan ginjal [ALM-09].

Menurut WHO (1990), kebutuhan lemak sebanyak 20-30% dari kebutuhan energi total sudah dianggap baik bagi kesehatan. Dimana lemak yang dikonsumsi sehari dianjurkan paling banyak 8% dari kebutuhan energi total yang berasal dari lemak jenuh, dan 3-7% dari lemak tak jenuh-ganda. Konsumsi kolestrol yang dianjurkan  $\leq 300$  mg per hari [ALM-09].

Sumber utama lemak adalah minyak tumbuh-tumbuhan (minyak kelapa, kelapa sawit, kacang tanah, kacang kedelai, jagung dan sebagainya), mentega, margarin, dan lemak hewan (lemak daging dan ayam). Sumber lemak lain adalah kacang-kacangan, biji-bijian, daging dan ayam gemuk, krim susu, keju dan kuning telur, serta makanan yang dimasak dengan lemak atau minyak. Sayur dan buah (kecuali alpukat) sangat sedikit mengandung lemak [ALM-09].

#### **2.2.4 Protein**

Protein adalah bagian dari semua sel hidup dan merupakan bagian terbesar tubuh sesudah air. Mutu protein ditentukan oleh jenis dan proporsi asam amino yang dibutuhkan. Mutu protein yang baik adalah protein yang sesuai proporsinya dengan kebutuhan pertumbuhan. Protein memiliki fungsi diantaranya sebagai pertumbuhan dan pemeliharaan, pembentukan ikatan-ikatan esensial tubuh, memelihara netralitas tubuh, mengangkut zat-zat gizi, sebagai sumber energi, sebagai penyusun darah, enzim, hormon dan zat antibodi, sebagai zat pertumbuhan sel, kulit, rambut dan jaringan-jaringan ikat lainnya, sebagai komponen membran sel, berperan dalam pembekuan darah, dan penyusun matrix jaringan tulang dan gigi [ALM-09].



Kekurangan protein dalam berakibat terjangkit penyakit kwashiorkor dan marasmus. Protein berlebihan tidak baik untuk tubuh. Kelebihan protein dapat menimbulkan asidosis, dehidrasi, diare, kenaikan amoniak darah, kenaikan ureum darah, dan demam. Bila kebutuhan energi tidak terpenuhi maka sebagian protein yang dikonsumsi akan dipakai untuk pemenuhan kebutuhan energy [ALM-09]

Protein hewani dapat diperoleh seperti pada telur, susu, daging, unggas, ikan dan kerang. Protein nabati dapat diperoleh seperti pada kacang kedelai dan hasilnya (tahu, tempe) serta kacang-kacangan yang lain. Padi-padian menghasilkan protein relatif rendah, namun karena konsumsinya dalam jumlah banyak maka cukup untuk memenuhi kebutuhan protein sehari-hari [ALM-09].

### 2.3 Algoritma Genetika

Algoritma Genetika adalah algoritma pencarian heuristik yang menggunakan mekanisme evolusi biologis [KUS-03]. Dimana terjadi perubahan gen yang dialami setiap individu untuk menyesuaikan diri beradaptasi dengan lingkungan baru yang terjadi pada proses seleksi. Algoritma genetika dimulai dengan kumpulan solusi yang disebut populasi. Populasi disusun dari bermacam individu. Solusi-solusi dari sebuah populasi diambil dan digunakan untuk membentuk populasi yang baru dengan harapan populasi baru yang terbentuk akan lebih baik dari yang sebelumnya. Dalam hal ini, individu dilambangkan dengan sebuah *fitness* yang akan digunakan untuk mencari solusi terbaik dari persoalan yang ada.

Berikut ini merupakan bentuk dari algoritma genetika : [GEN-97]

1. [Start] *Generate* populasi yang beranggotakan  $n$  kromosom secara acak (solusi yang memenuhi untuk permasalahan yang dihadapi)
2. [Kecocokan] Evaluasi kecocokan  $f(x)$  dari setiap kromosom  $x$  dalam populasi tersebut
3. [Populasi Baru] Bentuk sebuah populasi baru dengan cara mengulang langkah-langkah berikut sampai sebuah populasi baru terbentuk



- a. [Crossover] Dengan melihat probabilitas *crossover* lakukan *crossover* antara dua *parent* untuk membentuk *offspring* baru
  - b. [Mutasi] Dengan melihat probabilitas mutasi, lakukan mutasi pada individu dalam populasi awal untuk membentuk *offspring* baru
  - c. [Seleksi] Individu-individu yang terkumpul dari populasi awal dan *offspring* akan dipilih sejumlah individu yang ada pada populasi awal sebagai populasi baru
4. [Menggantikan] Gunakan populasi yang baru dibentuk untuk penggunaan algoritma selanjutnya
  5. [Pengujian] Jika hasil memuaskan, berhenti dan kembali ke solusi terbaik dalam populasi saat ini
  6. [Pengulangan] Ulangi langkah 2

### 2.3.1 Parameter Algoritma Genetika

Parameter-parameter yang ada pada Algoritma Genetika diantaranya :  
[JUN-03]

#### 1. Ukuran Populasi

Ukuran populasi merupakan jumlah kromosom yang ada pada populasi dalam satu generasi. Algoritma genetika akan bergerak lambat jika ada terlalu banyak kromosom.

#### 2. Jumlah Generasi

Generasi merupakan jumlah iterasi yang dilakukan terhadap proses evaluasi tiap-tiap populasi. Jumlah generasi yang tepat harus diperhitungkan dalam melakukan proses optimasi menggunakan algoritma genetika.

#### 3. Probabilitas Crossover

Probabilitas *crossover* menunjukkan seberapa persen dari total kromosom yang akan melalui proses *crossover*. Bila tidak terjadi *crossover*, *offspring* (kromosom anak hasil *crossover*) merupakan salinan yang serupa dari induk (*parent*). Bila terjadi *crossover*, *offspring* disusun

dari bagian-bagian kromosom induk (*parent*). *Crossover* dilakukan dengan harapan kromosom-kromosom baru akan memiliki bagian-bagian yang baik dari kromosom-kromosom terdahulu.

#### 4. Probabilitas Mutasi

Probabilitas mutasi menunjukkan seberapa sering bagian-bagian kromosom akan bermutasi.

### 2.3.2 Komponen Utama Algoritma Genetika

Ada beberapa komponen utama yang ada dalam algoritma genetika. Berikut komponen-komponen algoritma genetika tersebut.

#### 2.3.2.1 Inisialisasi Kromosom

Inisialisasi dilakukan untuk membangkitkan populasi secara acak/random. Populasi adalah himpunan solusi baru yang terdiri dari sejumlah string kromosom. Dalam proses inisialisasi, ukuran populasi (*popsize*) harus ditentukan. *Popsize* merupakan banyaknya individu/kromosom yang terdapat pada populasi. Panjang setiap string kromosom dihitung berdasarkan presisi variable solusi yang kita cari [MAH-13].

#### 2.3.2.2 Generate Populasi Awal

Membangkitkan populasi awal adalah proses membangkitkan sejumlah individu secara acak atau melalui prosedur tertentu untuk mencari penyelesaian optimal. Populasi awal yang dibangun pada tugas akhir ini menggunakan bilangan dengan range yang telah ditentukan.

#### 2.3.2.3 Representasi Kromosom

Representasi kromosom diperlukan untuk menjelaskan setiap individu dalam populasi. Pada banyak kasus, penentuan representasi kromosom yang sesuai akan sangat mempengaruhi kualitas solusi yang dihasilkan algoritma genetika [MAW-13]. Setiap individu atau kromosom tersusun atas urutan gen dari

suatu alphabet. Suatu alfabet dapat terdiri dari digit biner (0 dan 1), *floating point*, *integer*, simbol-simbol (seperti A, B, C), matriks, dan lain sebagainya [WID-10].

Pada makalah ini digunakan representasi kromosom bilangan bulat bertipe integer. Contoh representasi kromosom dapat dilihat pada tabel Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Contoh representasi kromosom

| Kro | L  | Gen |    |     |     |    |     |     |    |     |    |     |    |    |    |    |
|-----|----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|----|-----|----|----|----|----|
|     |    | 1   | 2  | 3   | 4   | 5  | 6   | 7   | 8  | 9   | 10 | 11  | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1   | 10 | 25  | 67 | 84  | 63  | 45 | 100 | 54  | 89 | 116 | 59 |     |    |    |    |    |
| 2   | 14 | 86  | 97 | 55  | 124 | 50 | 3   | 106 | 41 | 27  | 57 | 122 | 68 | 79 | 40 |    |
| 3   | 8  | 73  | 50 | 69  | 49  | 82 | 35  | 77  | 90 |     |    |     |    |    |    |    |
| 4   | 14 | 118 | 73 | 91  | 123 | 2  | 45  | 68  | 24 | 76  | 7  | 80  | 57 | 91 | 25 |    |
| 5   | 11 | 114 | 9  | 118 | 29  | 88 | 8   | 32  | 6  | 36  | 28 | 60  |    |    |    |    |

#### 2.3.2.4 Density

*Density* merupakan proses pembobotan untuk menentukan prioritas [TYA-13] kandungan gizi (energi, protein, lemak dan karbohidrat) dalam memenuhi kebutuhan asupan gizi ibu hamil seoptimal mungkin dengan *range* [0..1].

#### 2.3.2.5 Penalti

Penalti merupakan suatu bobot yang digunakan ketika individu melakukan pelanggaran terhadap aturan [TYA-13]. Dalam sistem ini penalti yang digunakan adalah besar selisih nilai kebutuhan gizi (energi, protein, lemak dan karbohidrat) dari ibu hamil dan bahan makanan yang dikalikan dengan prioritas tiap kebutuhan gizi.

#### 2.3.2.6 Fitness

Nilai *fitness* adalah nilai yang menyatakan baik tidaknya suatu solusi (individu). Nilai *fitness* dijadikan acuan dalam pencapaian nilai optimal dalam algoritma genetika. Nilai yang paling optimal adalah nilai dengan *fitness* tertinggi. [BAS-03].



### 2.3.2.7 Crossover

*Crossover* merupakan salah satu operator dalam algoritma genetika yang melibatkan dua induk untuk menghasilkan keturunan yang baru. *Crossover* dilakukan dengan melakukan pertukaran gen dari dua *induk* secara acak. Proses *Crossover* dilakukan pada setiap individu dengan probabilitas *crossover* yang telah ditentukan. Probabilitas keberhasilan operasi *crossover* dinyatakan dengan  $P_c$  [MIC-96].

Secara umum, mekanisme *crossover* adalah sebagai berikut :

1. Memilih dua buah kromosom sebagai induk
2. Memilih secara acak posisi dalam kromosom, biasa disebut titik perkawinan silang, sehingga masing-masing kromosom induk terpecah menjadi dua segmen
3. Lakukan pertukaran antar segmen kromosom induk untuk menghasilkan kromosom anak

Contoh *crossover* dapat dilihat pada Gambar 2.1

|        |     |    |    |     |    |    |     |     |     |     |    |     |
|--------|-----|----|----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|----|-----|
| Krom 1 | 7   | 47 | 62 | 66  | 52 | 89 | 115 | 127 | 107 | 26  | 3  |     |
| Krom 2 | 105 | 10 | 47 | 111 | 95 | 17 | 21  | 74  | 16  | 110 | 78 | 100 |
| Off(1) | 7   | 47 | 62 | 66  | 52 | 17 | 21  | 74  | 16  | 110 | 78 | 100 |
| Off(2) | 105 | 10 | 47 | 111 | 95 | 89 | 115 | 127 | 107 | 26  | 3  |     |

Gambar 2.1 Contoh *crossover*

*Crossover* yang digunakan untuk penelitian ini adalah *crossover* satu titik (*Single Point Crossover*). *Crossover* satu titik (*Single Point Crossover*) biasanya digunakan untuk representasi kromosom dalam biner. Pada *crossover* satu titik, posisi *crossover*  $k$  ( $k=1,2,\dots,N-1$ ) dengan  $N$ =panjang kromosom diseleksi secara acak. Variabel-variabel ditukar antar kromosom pada titik tersebut untuk menghasilkan anak.

### 2.3.2.8 Mutasi

Mutasi merupakan suatu metode yang digunakan untuk mendapatkan individu baru sebagai anak (*offspring*) sehingga individu menjadi heterogen dengan mengubah gen dari keturunan secara acak. Proses mutasi dilakukan pada setiap gen dengan probabilitas mutasi yang telah ditentukan. Probabilitas mutasi ( $P_m$ ) mengendalikan terpilihnya gen untuk dilakukan mutasi [MIC-96].

Mutasi dilakukan setelah proses *crossover*. Fungsi dari mutasi adalah untuk menggantikan gen yang hilang dari populasi akibat proses seleksi yang memungkinkan munculnya kembali gen yang tidak muncul pada inisialisasi populasi. Sehingga mutasi akan meningkatkan variasi populasi [KUS-03].

Pada tugas akhir ini, metode mutasi yang digunakan adalah *reciprocal exchange mutation* yang telah dimodifikasi. *Reciprocal exchange mutation* bekerja dengan memilih dua posisi secara random kemudian menukarkan dua nilai pada posisi tersebut [MAH-13].

Contoh mutasi yang dilakukan pada tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 2.2.

|        |    |     |    |    |     |   |    |
|--------|----|-----|----|----|-----|---|----|
| Parent | 80 | 112 | 73 | 30 | 100 | 5 | 32 |
| Child  | 66 | 112 | 73 | 30 | 41  | 5 | 32 |

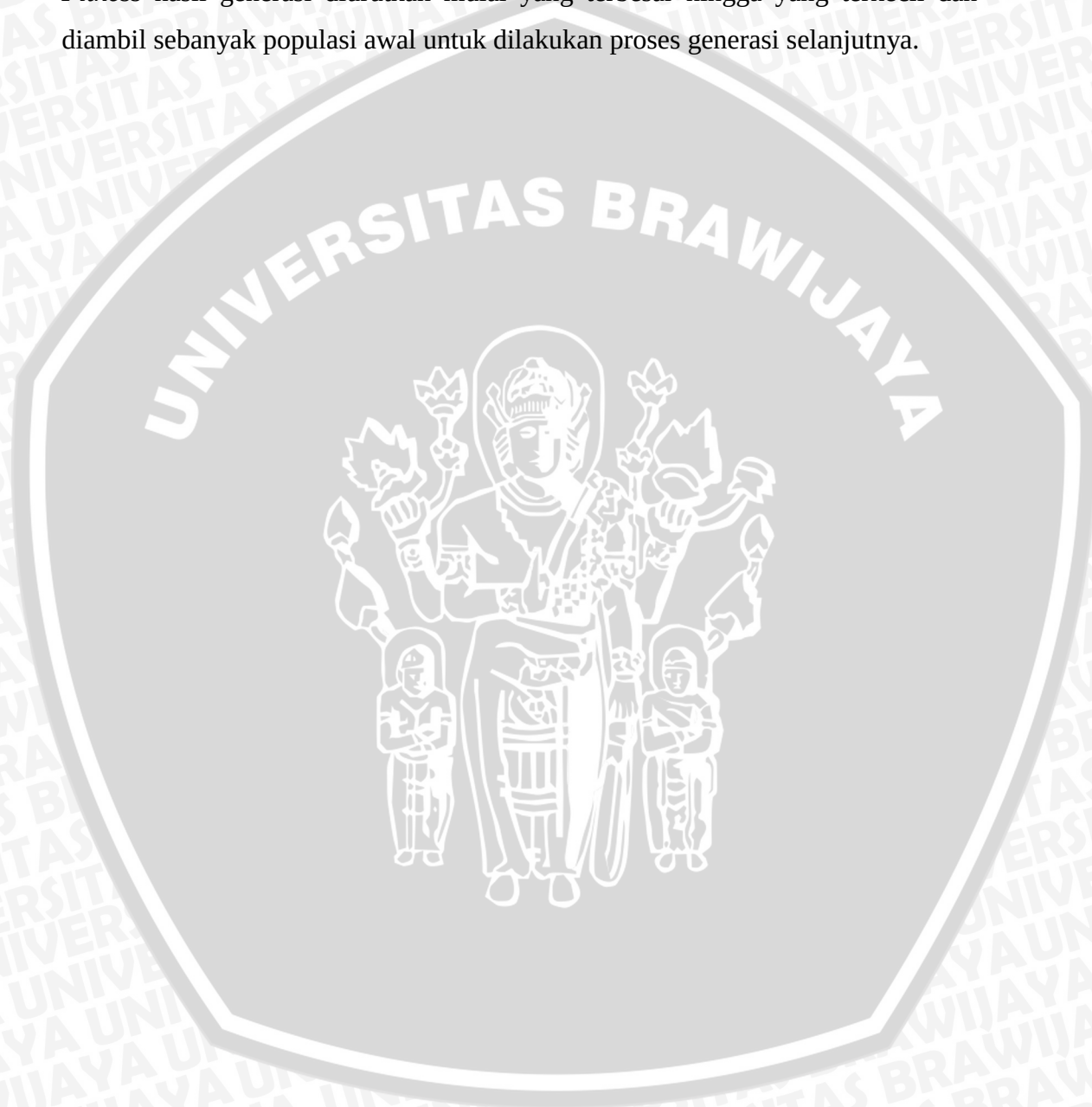
Gambar 2.2 Contoh mutasi

### 2.3.2.9 Seleksi

Setiap kromosom yang terdapat dalam populasi akan melalui proses seleksi untuk dipilih menjadi *parent*. Seleksi dilakukan untuk mendapatkan calon *parent* yang baik. Seleksi akan menentukan individu-individu mana saja yang akan dipilih untuk dilakukan rekombinasi dan bagaimana *offspring* terbentuk dari individu-individu yang terpilih tersebut. Proses ini dilakukan setelah dilakukan pencarian nilai *fitness* [KUS-03].

### 2.3.2.9.1 Seleksi Elitis

Metode seleksi elitis adalah metode dimana individu-individu yang terpilih untuk menjadi generasi selanjutnya didasarkan pada nilai *fitness* [WAT-11]. *Fitness* hasil generasi diurutkan mulai yang terbesar hingga yang terkecil dan diambil sebanyak populasi awal untuk dilakukan proses generasi selanjutnya.





## BAB III

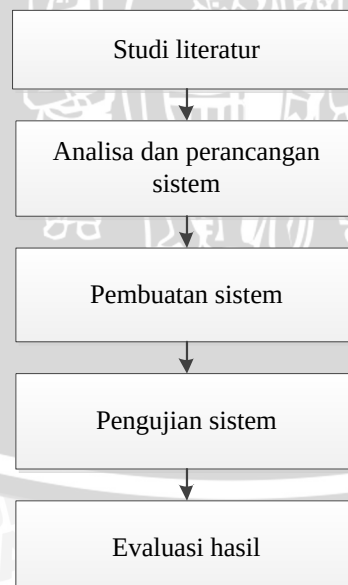
### METODOLOGI PENELITIAN DAN PERANCANGAN

#### 3.1 Tahapan Penelitian

Pada bab metode penelitian dan perancangan ini akan dibahas langkah-langkah yang digunakan dalam pembuatan aplikasi optimasi asupan gizi pada ibu hamil menggunakan algoritma genetika. Tahap-tahap pembuatannya adalah sebagai berikut :

1. Melakukan studi literatur mengenai algoritma genetika dalam permasalahan optimasi asupan gizi terhadap ibu hamil
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 tersebut dengan cara membandingkan hasil tiap generasi populasi

Diagram tahapan penelitian dapat dilihat pada diagram Gambar 3.1



Gambar 3.1 Metode penelitian

### 3.2 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.

#### 3.2.1 Deskripsi Umum Sistem

Sistem yang akan dibangun dalam penelitian ini adalah sebuah sistem yang mengimplementasikan algoritma genetika dalam permasalahan optimasi asupan gizi pada ibu hamil. Untuk mendapatkan kombinasi bahan makanan dengan gizi yang seimbang dengan harga minimal, terdapat beberapa bahan makanan dari DKBM (Daftar Komposisi Bahan Makanan) yang dikeluarkan oleh Depkes untuk dijadikan pilihan konsumsi harian ibu hamil. Algoritma Genetika diharapkan dapat menentukan solusi dalam optimasi asupan gizi pada ibu hamil, yaitu macam bahan yang memiliki jumlah asupan gizi yang seimbang dengan harga minimal.

#### 3.2.2 Data yang Digunakan

Data yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Data DKBM (Daftar Komposisi Bahan Makanan) Indonesia yang dikeluarkan oleh Depkes dan telah disesuaikan dengan kondisi ibu hamil.
2. Data harga bahan makanan didapatkan dengan melakukan survey ke beberapa tempat yang menjual bahan makanan di Kota Kediri pada bulan Mei 2014.

### 3.3 Perancangan Sistem

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka pada subbab ini akan dibahas mengenai proses pada perangkat lunak ini. Proses algoritma genetika terdiri dari beberapa fungsi yaitu representasi kromosom, hitung *fitness*, seleksi, *crossover*, dan mutasi. Proses algoritma genetika dapat dilihat pada Gambar 3.2.

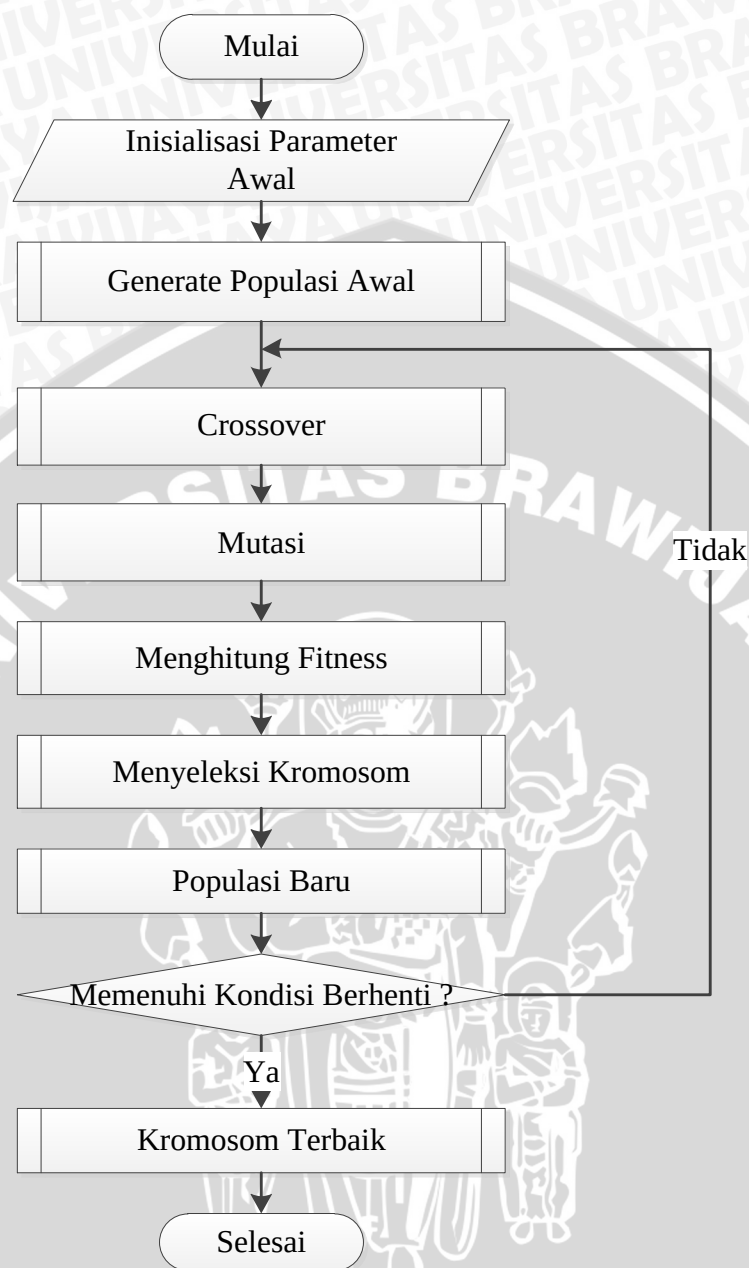
### 3.4 Proses Algoritma Genetika

Proses optimasi dengan menggunakan algoritma genetika adalah sebagai berikut :

1. Inisialisasi parameter awal, yaitu :
  - a. Parameter optimasi asupan gizi adalah menginputkan tinggi, usia kehamilan dalam minggu dan tingkat aktifitas.
  - b. Parameter algoritma genetika, antara lain :
    - Jumlah individu pada setiap populasi
    - Jumlah generasi
    - Probabilitas *crossover* ( $P_c$ )
    - Probabilitas mutasi ( $P_m$ )
2. *Generate* populasi awal sebanyak jumlah populasi yang telah ditentukan
3. Membuat populasi baru dengan langkah sebagai berikut :
  - Melakukan proses *crossover* pada induk yang terpilih berdasarkan  $P_c$  yang telah ditentukan.
  - Melakukan proses mutasi pada induk yang terpilih berdasarkan  $P_m$  yang telah ditentukan.
  - Menghitung nilai *fitness* untuk masing-masing kromosom
  - Proses populasi baru yaitu dengan memilih individu sebanyak jumlah populasi awal setelah menggabungkan individu induk dan anak yang akan menjadi populasi baru untuk generasi berikutnya
  - Seleksi dengan menggunakan metode elitis untuk menentukan individu pada proses berikutnya.
4. Jika kondisi akhir terpenuhi, berhenti dan hasilnya adalah solusi terbaik dari populasi saat itu pada seluruh generasi

*Flowchart* untuk proses algoritma genetika yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.2.





Gambar 3.2 Flowchart algoritma genetika

Untuk lebih rincinya, langkah-langkah algoritma genetika pada sistem ini dapat dijelaskan pada subbab berikut :

#### 3.4.1 Generate Populasi Awal

Proses ini merupakan pembentukan kromosom sebanyak jumlah populasi awal yang telah ditentukan. Berikut langkah-langkah pembangkitan populasi awal :

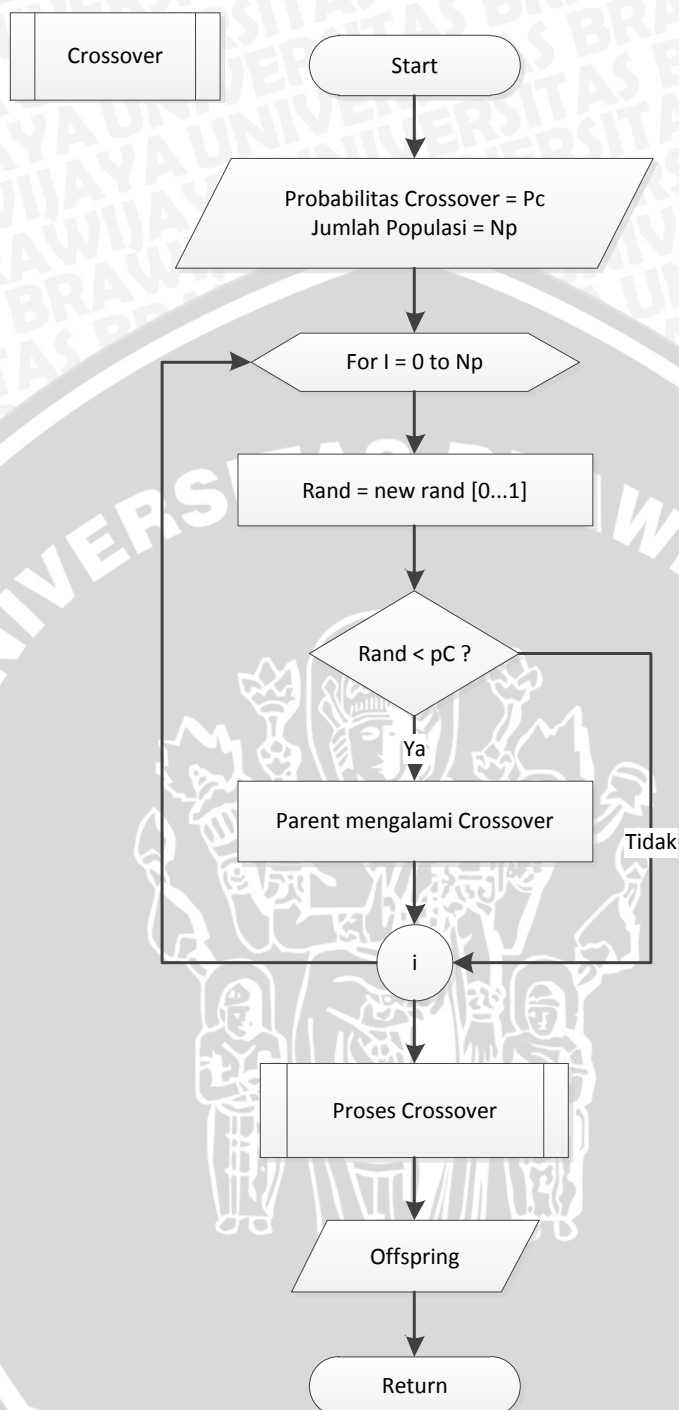
1. Menentukan ukuran populasi
2. Lakukan proses inisialisasi kromosom sebanyak populasi awal
  - a. Menentukan panjang tiap kromosom dengan membangkitkan bilangan acak antara 5-15.
  - b. Mengisi banyak gen sejumlah bahan makanan pada DKBM (Daftar Komposisi Bahan Makanan) Indonesia (150 bahan) yang telah disesuaikan dengan kondisi ibu hamil secara acak.

### 3.4.2 Pindah Silang (*Crossover*)

Proses berikutnya setelah pembangkitan populasi adalah *crossover*. Populasi hasil pembangkitan di ambil dan dipilih sebagai induk untuk dilakukan proses *crossover*. Banyaknya induk diharapkan sesuai dengan nilai  $P_c$  (probabilitas *crossover*) yang telah diinisialisasi sebelumnya terhadap jumlah kromosom yang dibangkitkan. Langkah-langkah metode *crossover* yaitu :

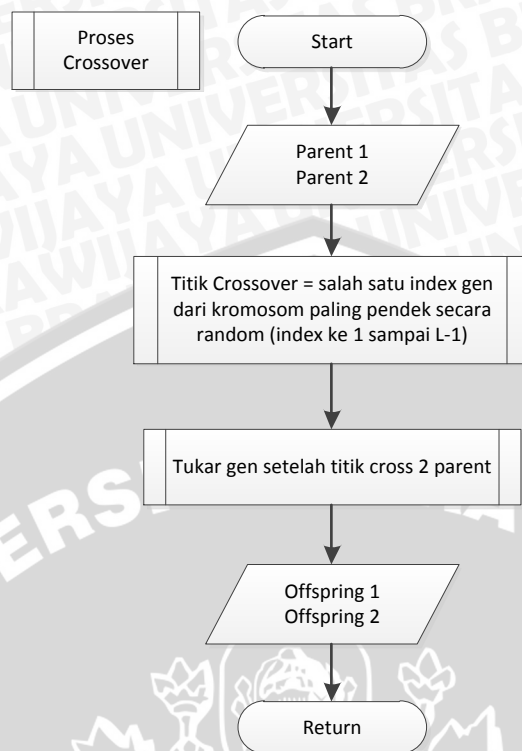
1. *Generate* bilangan acak antara 0 - 1 sebanyak kromosom yang telah dibangkitkan.
2. Jika bilangan acak < probabilitas *crossover*, maka kromosom tersebut terpilih menjadi induk
3. Pasangkan kromosom-kromosom yang terpilih untuk dilakukan proses *crossover*
4. Menentukan secara acak titik *crossover* pada indek ke 1 sampai (panjang kromosom terpendek - 1)
5. Setelah ditentukan titik *crossover*, tukar gen-gen antar 2 kromosom

Langkah-langkah dari metode *crossover* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4.



Gambar 3.3 Flowchart proses crossover





Gambar 3.4 Flowchart proses crossover yang digunakan

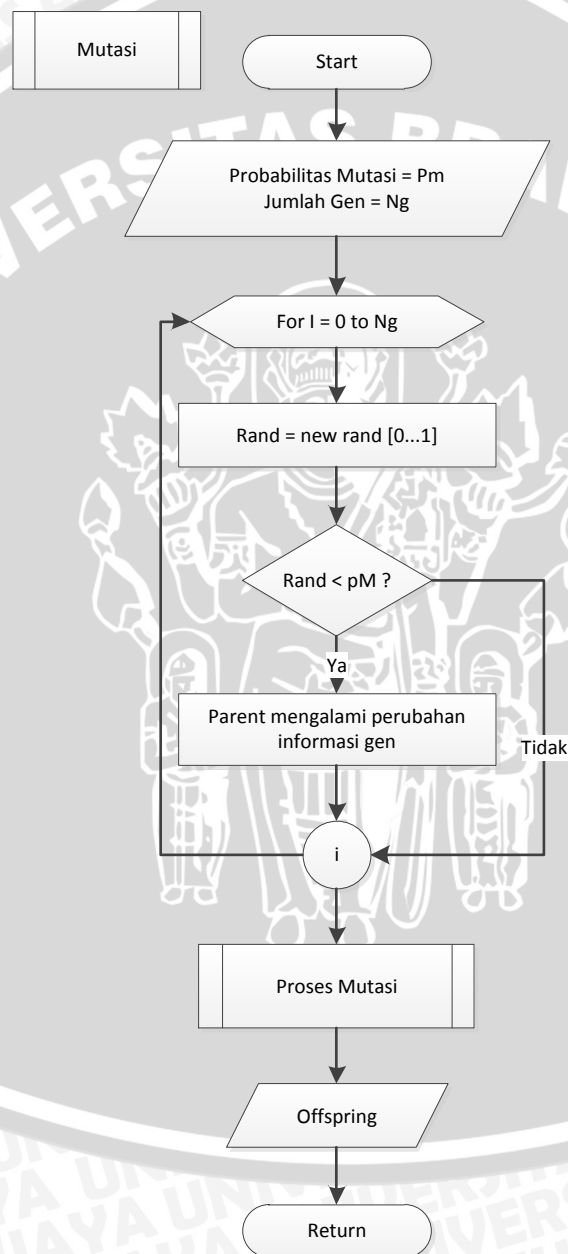
### 3.4.3 Mutasi

Proses selanjutnya untuk membuat generasi baru adalah proses mutasi. Kromosom awal dijadikan calon induk untuk dilakukan proses mutasi. Peluang individu mengalami mutasi berdasarkan nilai  $P_m$  (probabilitas mutasi) yang telah ditentukan terhadap jumlah keseluruhan gen hasil generate populasi. Langkah-langkah dari metode mutasi yang digunakan adalah sebagai berikut :

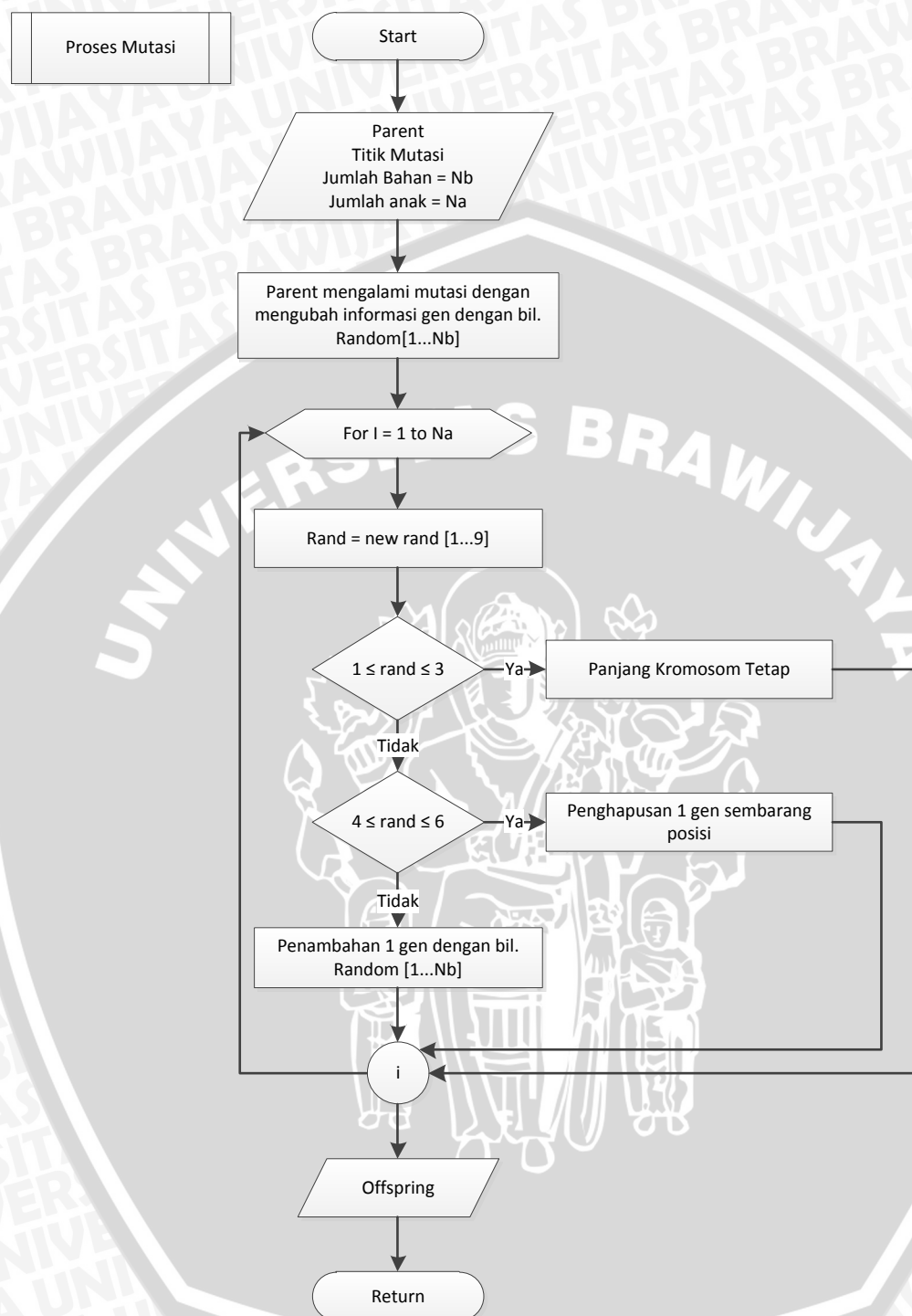
1. Membangkitkan bilangan acak antara 0 – 1 sebanyak jumlah gen
2. Jika bilangan acak < probabilitas mutasi, maka gen tersebut akan mengalami mutasi
3. Gen yang terpilih kemudian isinya diubah dengan sebanyak bahan makanan yang ada secara acak
4. Setelah semua gen yang terpilih diubah, kemudian dilakukan pembangkitan bilangan acak antara 1 – 9. Apabila bilangan acak yang muncul adalah nilai 1-3 berarti kromosom pada gen yang telah diubah sebelumnya tidak mengalami perubahan panjang kromosom. Apabila nilai 4 – 6 maka panjang

kromosom pada gen yang diubah sebelumnya akan mengalami pengurangan 1 gen secara acak. Sedangkan nilai 7 – 9 maka kromosom pada gen yang diubah sebelumnya akan mengalami penambahan 1 gen.

Langkah-langkah dari metode mutasi yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.5 dan Gambar 3.6.



Gambar 3.5 Flowchart proses mutasi

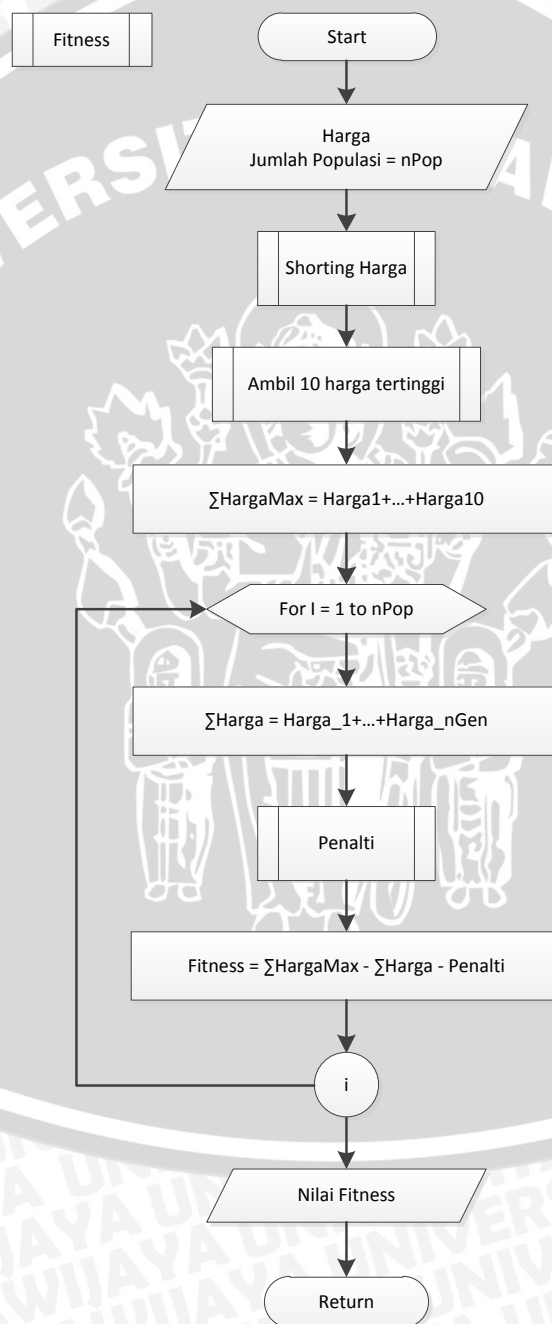


Gambar 3.6 Flowchart proses mutasi yang digunakan



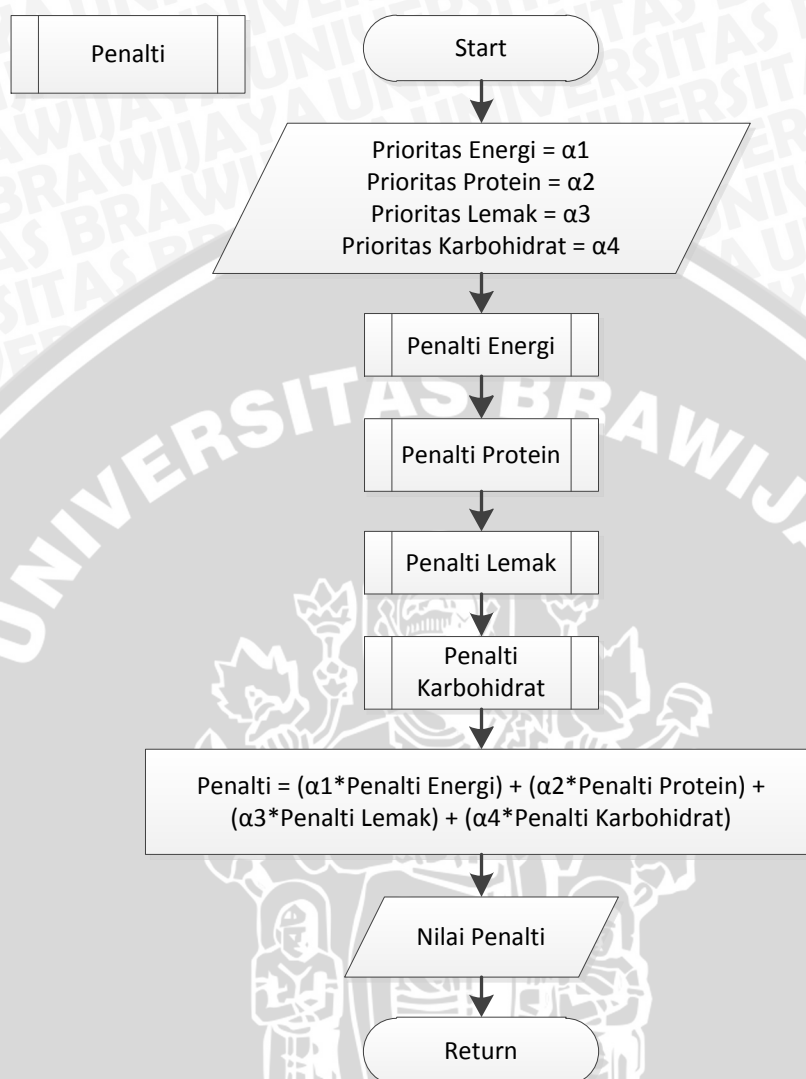
### 3.4.4 Menghitung *Fitness*

Setelah didapatkan *offspring* hasil *crossover* dan mutasi, selanjutnya adalah melakukan perhitungan *fitness* untuk semua kromosom. Hasil perhitungan *fitness* kemudian akan dijadikan masukan proses seleksi. *Flowchart* perhitungan nilai *fitness* bisa dilihat pada Gambar 3.7.



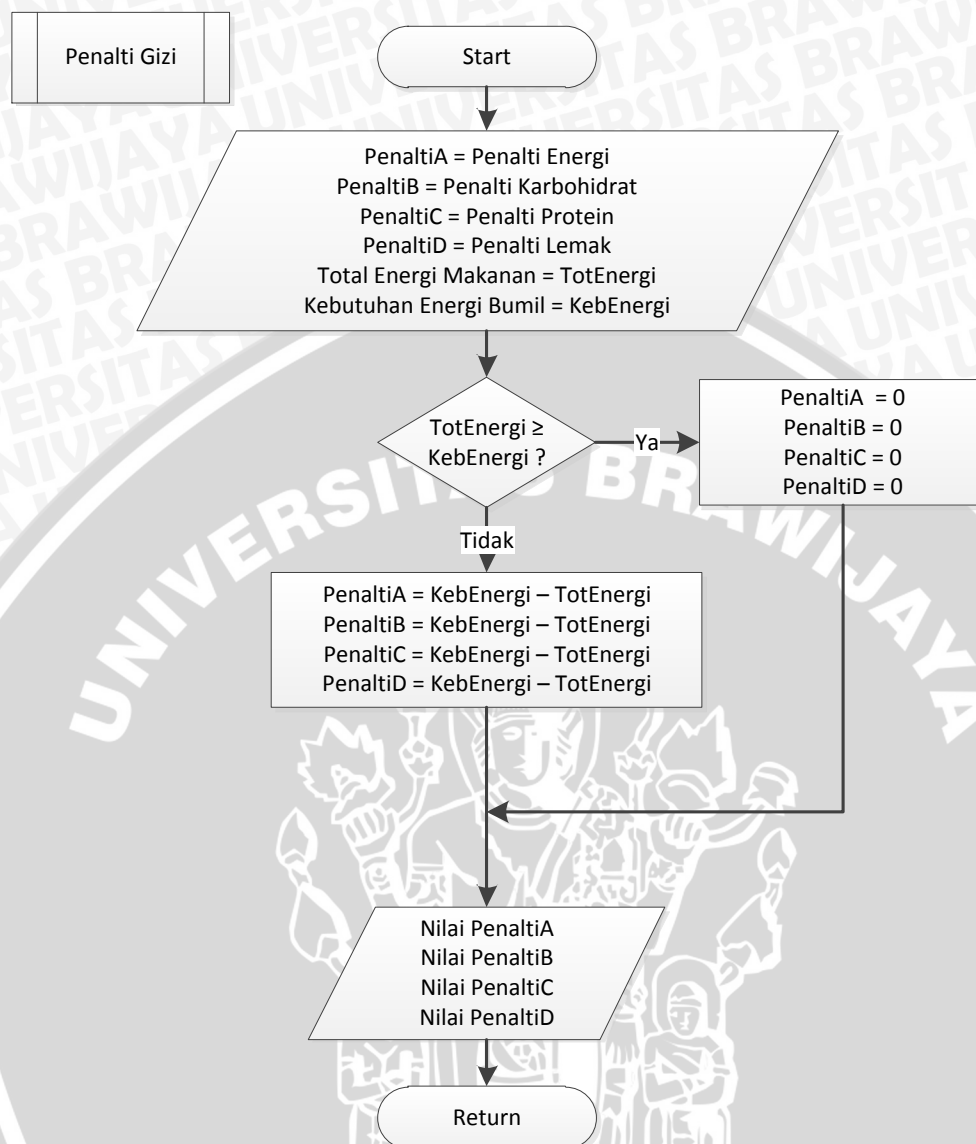
Gambar 3.7 *Flowchart* proses perhitungan *fitness*

Flowchart perhitungan nilai penalti bisa dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Flowchart penalti

Flowchart perhitungan nilai penalti gizi (energi, karbohidrat, protein dan lemak) bisa dilihat pada Gambar 3.9.

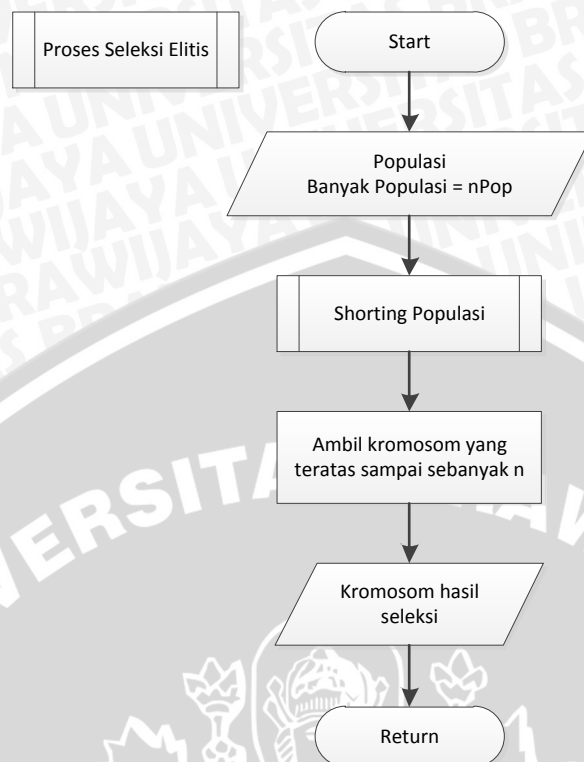


Gambar 3.9 Flowchart penalti gizi

### 3.4.5 Seleksi

Proses seleksi dilakukan dengan menggunakan metode elitis. Proses ini dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh populasi baru yang akan digunakan untuk proses evolusi berikutnya. Untuk *flowchart* seleksi menggunakan metode elitis dapat dilihat pada Gambar 3.10





Gambar 3.10 Flowchart proses seleksi dengan metode elitis

### 3.4.6 Perhitungan Manual

Dimisalkan terdapat ibu hamil dengan tinggi badan 160 cm, hamil 12 minggu, dan sedang memasak. Terlebih dahulu dihitung jumlah kebutuhan energi total ibu hamil tersebut menggunakan persamaan 2.1 sampai 2.7.

$$\begin{aligned}
 \text{BBN Normal} &= (160-100) - 10\%*(160-100) = 54 \text{ kg} \\
 \text{BBN Ibu Hamil} &= 54 + (12*0,35) = 58,2 \text{ kg} \\
 \text{AMB} &= 58,2*1*24 \text{ jam} = 1396,8 \text{ kkal} \\
 \text{KT} &= 58,2*0,1*7 \text{ jam} = 40,74 \text{ kkal} \\
 \text{AF} &= 30\%*(1396,8 - 40,74) = 406,818 \text{ kkal} \\
 \text{SDA} &= 10\%*(406,818+1396,8-40,74) = 176,288 \text{ kkal} \\
 \text{TEE ibu hamil Trisemester 1} &= \text{AMB} - \text{KT} + \text{AF} + \text{SDA} + 180 \text{ kkal} \\
 &= 2119,17 \text{ kkal}
 \end{aligned}$$

Maka untuk besar kebutuhan gizi pada ibu hamil dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.8 sampai 2.10

|             |   |              |                |
|-------------|---|--------------|----------------|
| Energi      | = | 2119,17 kkal |                |
| Protein     | = | 15%*Energi   | = 317,875 kkal |
| Lemak       | = | 25%*Energi   | = 529,791 kkal |
| Karbohidrat | = | 60%*Energi   | = 1271,5 kkal  |

### 3.4.7 Inisialisasi Parameter Awal

Parameter untuk membentuk populasi awal pada algoritma genetika diantaranya *popsiz*, probabilitas *crossover*, probabilitas mutasi dan jumlah generasi. Dimisalkan menginisialisasi parameter awal sebagai berikut :

- *Popsiz* (Ukuran Populasi) = 20;
- $P_c$  (Probabilitas *Crossover*) = 0,35;
- $P_m$  (Probabilitas Mutasi) = 0,65;
- Maksimal generasi = 100

### 3.4.8 Membuat Populasi Awal

Proses ini adalah proses untuk membuat populasi awal sebanyak jumlah populasi yang telah ditentukan. Langkah-langkah untuk *generate* populasi awal adalah dengan membangkitkan bilangan acak dari 5 - 15 sebanyak jumlah populasi yang telah ditentukan yang kemudian nantinya bilangan tersebut akan dijadikan panjang tiap kromosom. Setelah jumlah populasi dan panjangnya ditentukan, kemudian isi gen dengan membangkitkan bilangan acak antara 1 sampai sebanyak jumlah bahan makanan.

Deretan angka pada tiap kromosom adalah nomor bahan makanan. Misalkan pada suatu kromosom berisi gen dengan 25, 67, 84, 63, 45, 100, 54, 89, 116, dan 59, maka pada kromosom tersebut menggunakan bahan makanan biji jambu mete, kangkung, kembang kool, kacang kapri, ikan asin kering, manga muda, jamur kupung segar, labu air, salak, dan jeruk nipis.

Contoh hasil dari pembangkitan populasi awal terdapat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Populasi awal

| Krom | L  | Gen |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
|      |    | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15 |
| 1    | 10 | 25  | 67  | 84  | 63  | 45  | 100 | 54  | 89  | 116 | 59  |     |     |     |     |    |
| 2    | 14 | 86  | 97  | 55  | 124 | 50  | 3   | 106 | 41  | 27  | 57  | 122 | 68  | 79  | 40  |    |
| 3    | 8  | 73  | 50  | 69  | 49  | 82  | 35  | 77  | 90  |     |     |     |     |     |     |    |
| 4    | 14 | 118 | 73  | 91  | 123 | 2   | 45  | 68  | 24  | 76  | 7   | 80  | 57  | 91  | 25  |    |
| 5    | 11 | 114 | 9   | 118 | 29  | 88  | 8   | 32  | 6   | 36  | 28  | 60  |     |     |     |    |
| 6    | 8  | 71  | 84  | 4   | 33  | 96  | 42  | 54  | 109 |     |     |     |     |     |     |    |
| 7    | 15 | 60  | 126 | 107 | 52  | 48  | 79  | 120 | 36  | 86  | 75  | 42  | 93  | 104 | 117 | 58 |
| 8    | 7  | 56  | 28  | 81  | 85  | 12  | 15  | 65  |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 9    | 12 | 20  | 46  | 113 | 125 | 67  | 87  | 92  | 64  | 129 | 92  | 70  | 15  |     |     |    |
| 10   | 14 | 34  | 18  | 109 | 18  | 13  | 98  | 64  | 13  | 6   | 39  | 14  | 103 | 116 | 37  |    |
| 11   | 13 | 11  | 31  | 1   | 29  | 98  | 90  | 57  | 65  | 123 | 94  | 81  | 36  | 46  |     |    |
| 12   | 12 | 51  | 83  | 94  | 87  | 78  | 31  | 105 | 27  | 79  | 38  | 102 | 24  |     |     |    |
| 13   | 9  | 1   | 12  | 99  | 130 | 34  | 121 | 21  | 59  | 48  |     |     |     |     |     |    |
| 14   | 11 | 7   | 47  | 62  | 66  | 52  | 89  | 115 | 127 | 107 | 26  | 3   |     |     |     |    |
| 15   | 15 | 37  | 46  | 128 | 15  | 67  | 76  | 60  | 35  | 127 | 80  | 83  | 116 | 121 | 37  | 26 |
| 16   | 12 | 105 | 10  | 47  | 111 | 95  | 17  | 21  | 74  | 16  | 110 | 78  | 100 |     |     |    |
| 17   | 9  | 14  | 72  | 95  | 114 | 23  | 44  | 16  | 53  | 10  |     |     |     |     |     |    |
| 18   | 7  | 78  | 112 | 73  | 30  | 119 | 5   | 32  |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 19   | 15 | 66  | 19  | 61  | 33  | 52  | 126 | 22  | 117 | 109 | 36  | 47  | 58  | 25  | 69  | 70 |
| 20   | 15 | 45  | 56  | 101 | 83  | 56  | 22  | 43  | 108 | 43  | 130 | 95  | 23  | 81  | 121 | 92 |

Keterangan :

Krom = Nomor urutan kromosom hasil pembangkitan.

L = Panjang kromosom hasil pembangkitan bilangan acak antara 5 – 15.

Kemudian dilakukan *shorting* berdasarkan harga bahan makanan dan pilih 10 harga bahan makanan tertinggi untuk dilakukan penjumlahan. Data dan nilai harga maksimal terdapat pada Tabel 3.2



Tabel 3.2 Total 10 harga maksimal

| No Bahan             | Nama Bahan       | Energi | Protein | Lemak | Karbohidrat | Harga  |
|----------------------|------------------|--------|---------|-------|-------------|--------|
| 78                   | Kepiting         | 151    | 13,8    | 3,8   | 14,1        | 35650  |
| 123                  | Sidat            | 81     | 11,4    | 1,9   | 3,8         | 21500  |
| 28                   | Cengkeh          | 292    | 5,2     | 8,9   | 57,4        | 15500  |
| 137                  | Tepung Hunkwee   | 364    | 4,5     | 1     | 83,5        | 14500  |
| 136                  | Tepung Garut     | 355    | 0,7     | 0,2   | 85,2        | 11500  |
| 40                   | Ukan Gabus       | 74     | 25,2    | 1,7   | 0           | 11200  |
| 31                   | Daging Sapi      | 207    | 18,8    | 14    | 0           | 9500   |
| 30                   | Daging Kambing   | 154    | 16,6    | 9,2   | 0           | 9000   |
| 3                    | Anggur           | 50     | 0,5     | 0,2   | 12,8        | 8500   |
| 45                   | Ikan Asin Kering | 193    | 42      | 1,5   | 0           | 8500   |
| Total Harga Maksimal |                  |        |         |       |             | 145350 |

### 3.4.9 Menghitung Nilai *Fitness*

Nilai *fitness* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.16. Untuk menghitung nilai penalti yang ada pada *fitness*, dapat dilihat pada persamaan 2.11 dimana kebutuhan gizi (energi, karbohidrat, lemak, dan protein) juga memiliki penalti yang masing-masing dapat dilihat pada persamaan 2.12 sampai 2.15. Berikut contoh perhitungan *fitness* pada kromosom 1 yang detail kromosomnya dapat dilihat pada Tabel 3.3 dan kromosomnya dapat dilihat pada Gambar 3.11.

|            |    |    |    |    |    |     |    |    |     |    |
|------------|----|----|----|----|----|-----|----|----|-----|----|
| Kromosom 1 | 25 | 67 | 84 | 63 | 45 | 100 | 54 | 89 | 116 | 59 |
|------------|----|----|----|----|----|-----|----|----|-----|----|

Gambar 3.11 Kromosom 1

Tabel 3.3 Detail kromosom 1

| No  | Nama Bahan         | Energi | Protein | Lemak | Karbohidrat | Harga |
|-----|--------------------|--------|---------|-------|-------------|-------|
| 25  | Biji jambu mete    | 606    | 19,5    | 47,3  | 34,9        | 7500  |
| 67  | Kangkung           | 29     | 3,0     | 0,3   | 5,4         | 1250  |
| 84  | Kembang kool       | 25     | 2,4     | 0,2   | 4,9         | 5250  |
| 63  | Kacang kapri       | 98     | 6,7     | 0,4   | 17,7        | 1750  |
| 45  | Ikan asin kering   | 193    | 42,0    | 1,5   | 0,0         | 8500  |
| 100 | Mangga muda        | 59     | 0,5     | 0,4   | 15,1        | 1000  |
| 54  | Jamur kuping segar | 15     | 3,8     | 0,6   | 0,9         | 4500  |
| 89  | Labu air           | 17     | 0,6     | 0,2   | 3,8         | 950   |

|     |             |      |     |     |      |       |
|-----|-------------|------|-----|-----|------|-------|
| 116 | Salak       | 77   | 0,4 | 0,0 | 20,9 | 2100  |
| 59  | Jeruk nipis | 37   | 0,8 | 0,1 | 12,3 | 1500  |
|     | Total       | 1156 | 80  | 51  | 116  | 34300 |

Setelah didapatkan nilai total kandungan energi, protein, lemak, karbohidrat, dan harga, maka selanjutnya melakukan perbandingan dengan kebutuhan gizi ibu hamil yang telah dilakukan perhitungan sebelumnya untuk menentukan nilai penalti energi, protein, lemak, dan karbohidrat dengan menggunakan persamaan 3.1 sampai 3.5 sebagai berikut :

$$Penalti = \alpha_1(Penalti_1) + \alpha_2(Penalti_2) + \alpha_3(Penalti_3) + \alpha_4(Penalti_4) \quad (3-1)$$

Dimana =

$$Penalti_{Energi} = \begin{cases} 0, & TotalEnergi \geq KebEnergi \\ KebEnergi - TotalEnergi, & TotalEnergi < KebEnergi \end{cases} \quad (3-2)$$

$$Penalti_{protein} = \begin{cases} 0, & TotalProtein \geq KebProtein \\ KebProtein - TotalProtein, & TotalEProtein < KebProtein \end{cases} \quad (3-3)$$

$$Penalti_{Lemak} = \begin{cases} 0, & TotalLemak \geq KebLemak \\ KebLemak - TotalLemak, & TotalLemak < KebLemak \end{cases} \quad (3-4)$$

$$Penalti_{karbohidrat} = \begin{cases} 0, & Totalkarbohidrat \geq Kebkarbohidrat \\ Kebkarbohidrat - Totalkarbohidrat, & Totalkarbohidrat < Kebkarbohidrat \end{cases} \quad (3-5)$$

Keterangan :

- $\alpha_1$  = nilai prioritas untuk energi [0..1]
- $\alpha_2$  = nilai prioritas untuk protein [0..1]
- $\alpha_3$  = nilai prioritas untuk lemak [0..1]
- $\alpha_4$  = nilai prioritas untuk karbohidrat [0..1]

Maka didapatkan nilai penalti tiap kebutuhan gizi :

$$\text{Penalti Energi} = 2119,17 - 1156 = 963,17$$

$$\text{Penalti Protein} = 317,875 - 89,5 = 228,375$$

$$\text{Penalti Lemak} = 529,791 - 186,1 = 343,691$$

$$\text{Penalti Karbohidrat} = 1271,5 - 155,7 = 1115,8$$

Kemudian berdasarkan persamaan 3.2 sampai 3.5 penalti kebutuhan gizi tersebut dihitung kembali untuk diperoleh nilai penalti untuk *fitness*. Contoh nilai prioritas yang digunakan adalah 1. Nilai prioritas mempunyai batas antara 0 – 1.

$$\text{Penalti} = (1 \times 963,17) + (1 \times 228,375) + (1 \times 343,691) + (1 \times 1115,8) = 2651,056$$

Kemudian untuk menghitung nilai *fitness*, digunakan persamaan 3.6 sebagai berikut :

$$\text{Fitness} = \sum \text{HargaMax} - \sum \text{Harga} - \text{Penalti} \quad (3-6)$$

Keterangan :

- $\sum \text{HargaMax}$  = total harga dari kromosom dengan 10 macam gen dengan harga terbesar
- $\sum \text{Harga}$  = total harga dari tiap kromosom yang dibentuk
- Penalti = nilai hasil pembobotan

Dengan menggunakan persamaan 3.6, maka akan didapatkan nilai *fitness* sebagai berikut :

$$\text{Fitness} = 145350 - 34300 - 2651,056 = 108398,944$$

Dengan menggunakan persamaan 3. 6, maka didapatkan nilai *fitness* untuk 20 kromosom yang telah dibangkitkan yang dapat dilihat pada Tabel 3.4

Tabel 3.4 Hasil perhitungan nilai *fitness* tiap kromosom

| Krom | Harga | Energi | Protein | Lemak | Karbohidrat | Penalti  | <i>Fitness</i> |
|------|-------|--------|---------|-------|-------------|----------|----------------|
| 1    | 34300 | 1156   | 79,7    | 51    | 115,9       | 2835,736 | 108214         |
| 2    | 42900 | 1265   | 88      | 9,6   | 230         | 2645,736 | 99804          |
| 3    | 11750 | 630    | 24,3    | 10,4  | 125,6       | 3448,036 | 130152         |
| 4    | 55350 | 3073   | 167,9   | 132,3 | 333,6       | 1485,366 | 88515          |
| 5    | 40700 | 1934   | 140,6   | 87,1  | 174,7       | 1901,936 | 102748         |
| 6    | 30650 | 1237   | 36,7    | 22,8  | 240,9       | 2700,936 | 111999         |
| 7    | 34550 | 2974   | 133,4   | 160   | 281,9       | 1543,866 | 109256         |
| 8    | 28600 | 1239   | 54,9    | 40    | 183,1       | 2721,336 | 114029         |



|    |       |      |       |       |       |          |        |
|----|-------|------|-------|-------|-------|----------|--------|
| 9  | 22350 | 2277 | 109,5 | 126   | 195,7 | 1687,966 | 121312 |
| 10 | 22350 | 1333 | 94    | 48    | 164,5 | 2598,836 | 120401 |
| 11 | 55650 | 1154 | 93,7  | 22,1  | 143,2 | 2825,336 | 86875  |
| 12 | 66300 | 2876 | 69,6  | 226,4 | 159,5 | 1663,666 | 77386  |
| 13 | 19950 | 892  | 54,5  | 16,7  | 141,6 | 3133,536 | 122266 |
| 14 | 33650 | 1525 | 83,3  | 26,9  | 240,2 | 2362,936 | 109337 |
| 15 | 38150 | 2664 | 125,4 | 149,6 | 249,9 | 1594,266 | 105606 |
| 16 | 60550 | 2615 | 81,9  | 107,4 | 328,6 | 1601,266 | 83199  |
| 17 | 14700 | 1319 | 25,9  | 3,4   | 302,8 | 2587,236 | 128063 |
| 18 | 58050 | 552  | 39,4  | 15,1  | 71,2  | 3560,636 | 83739  |
| 19 | 29247 | 1913 | 112   | 102,5 | 347,5 | 1763,336 | 114340 |
| 20 | 29380 | 3282 | 216,3 | 242,5 | 526,6 | 1133,766 | 114836 |

### 3.4.10 Crossover

*Crossover* dilakukan dengan membangkitkan *offspring* dengan menukar sebagian informasi dari 2 *parents*. Pemilihan induk untuk melakukan *crossover* dipilih dengan membangkitkan bilangan acak antara 0 – 1 sebanyak populasi awal. Pembangkitan bilangan acak untuk proses *crossover* dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Pembangkitan bilangan acak untuk proses *crossover*

| Krom | Bil.Acak | Krom | Bil.Acak | Krom | Bil.Acak | Krom | Bil.Acak |
|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|
| 1    | 0,693    | 6    | 0,245    | 11   | 0,347    | 16   | 0,521    |
| 2    | 0,221    | 7    | 0,496    | 12   | 0,286    | 17   | 0,849    |
| 3    | 0,826    | 8    | 0,11     | 13   | 0,715    | 18   | 0,771    |
| 4    | 0,882    | 9    | 0,658    | 14   | 0,432    | 19   | 0,672    |
| 5    | 0,775    | 10   | 0,122    | 15   | 0,46     | 20   | 0,67     |

Jika nilai acak  $< P_c$  maka akan terjadi proses *crossover*. Dari 20 bilangan random, terpilih 6 kromosom yang akan mengalami *crossover*, yaitu kromosom 2, 6, 8, 10, 11, dan 12. Sehingga terpilih 6 kromosom, kemudian pasang-pasangkan secara acak untuk kemudian dilakukan proses *crossover*. Misal kromosom 2 berpasangan dengan kromosom 6, kromosom 8 dengan 10, dan kromosom 11 dengan 12. Kemudian menentukan titik potong *crossover* secara acak mulai dari 1

sampai (panjang kromosom terpendek – 1). Dimisalkan titik potongnya adalah index ke 5.

- Kromosom 2 dengan kromosom 6

|       |    |    |    |     |    |    |     |     |    |    |     |    |    |    |
|-------|----|----|----|-----|----|----|-----|-----|----|----|-----|----|----|----|
| Krom2 | 86 | 97 | 55 | 124 | 50 | 3  | 106 | 41  | 27 | 57 | 122 | 68 | 79 | 40 |
| Krom6 | 71 | 84 | 4  | 33  | 96 | 42 | 54  | 109 |    |    |     |    |    |    |

Sehingga didapatkan hasil *crossover* :

|        |    |    |    |     |    |    |     |     |    |    |     |    |    |    |
|--------|----|----|----|-----|----|----|-----|-----|----|----|-----|----|----|----|
| Off(1) | 86 | 97 | 55 | 124 | 50 | 42 | 54  | 109 |    |    |     |    |    |    |
| Off(2) | 71 | 84 | 4  | 33  | 96 | 3  | 106 | 41  | 27 | 57 | 122 | 68 | 79 | 40 |

- Kromosom 8 dengan kromosom 10

|        |    |    |     |    |    |    |    |    |   |    |    |     |     |    |
|--------|----|----|-----|----|----|----|----|----|---|----|----|-----|-----|----|
| Krom8  | 56 | 28 | 81  | 85 | 12 | 15 | 65 |    |   |    |    |     |     |    |
| Krom10 | 34 | 18 | 109 | 18 | 13 | 98 | 64 | 13 | 6 | 39 | 14 | 103 | 116 | 37 |

Sehingga didapatkan hasil *crossover* :

|        |    |    |     |    |    |    |    |    |   |    |    |     |     |    |
|--------|----|----|-----|----|----|----|----|----|---|----|----|-----|-----|----|
| Off(3) | 56 | 28 | 81  | 85 | 12 | 98 | 64 | 13 | 6 | 39 | 14 | 103 | 116 | 37 |
| Off(4) | 34 | 18 | 109 | 18 | 13 | 15 | 65 |    |   |    |    |     |     |    |

- Kromosom 11 dengan kromosom 12

|        |    |    |    |    |    |    |     |    |     |    |     |    |    |
|--------|----|----|----|----|----|----|-----|----|-----|----|-----|----|----|
| Krom11 | 11 | 31 | 1  | 29 | 98 | 90 | 57  | 65 | 123 | 94 | 81  | 36 | 46 |
| Krom12 | 51 | 83 | 94 | 87 | 78 | 31 | 105 | 27 | 79  | 38 | 102 | 24 |    |

Sehingga didapatkan hasil *crossover* :

|        |    |    |    |    |    |    |     |    |     |    |     |    |    |
|--------|----|----|----|----|----|----|-----|----|-----|----|-----|----|----|
| Off(5) | 11 | 31 | 1  | 29 | 98 | 31 | 105 | 27 | 79  | 38 | 102 | 24 |    |
| Off(6) | 51 | 83 | 94 | 87 | 78 | 90 | 57  | 65 | 123 | 94 | 81  | 36 | 46 |

### 3.4.11 Mutasi

Mutasi dilakukan dengan membangkitkan *offspring* baru dengan menukar informasi pada gen yang mengalami proses mutasi. Pemilihan induk untuk melakukan mutasi dipilih dengan membangkitkan bilangan acak antara 0 – 1

sebanyak gen pada populasi awal. Pembangkitan bilangan acak untuk proses mutasi dapat dilihat pada Tabel 3.6

Tabel 3.6 Pembangkitan bilangan acak untuk proses mutasi

| Krom | Informasi gen pada tiap index kromosom |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------|----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|      | 1                                      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    |
| 1    | 0,348                                  | 0,362 | 0,456 | 0,736 | 0,297 | 0,023 | 0,605 | 0,71  | 0,017 | 0,307 | -     | -     | -     | -     | -     |
| 2    | 0,782                                  | 0,43  | 0,301 | 0,772 | 0,891 | 0,129 | 0,415 | 0,581 | 0,017 | 0,26  | 0,583 | 0,098 | 0,164 | 0,342 | -     |
| 3    | 0,557                                  | 0,472 | 0,758 | 0,062 | 0,465 | 0,84  | 0,636 | 0,503 | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 4    | 0,649                                  | 0,631 | 0,084 | 0,629 | 0,258 | 0,881 | 0,145 | 0,45  | 0,297 | 0,692 | 0,605 | 0,652 | 0,407 | 0,531 | -     |
| 5    | 0,637                                  | 0,786 | 0,621 | 0,174 | 0,223 | 0,142 | 0,341 | 0,668 | 0,798 | 0,459 | 0,327 | -     | -     | -     | -     |
| 6    | 0,689                                  | 0,693 | 0,664 | 0,723 | 0,767 | 0,803 | 0,707 | 0,047 |       |       |       |       |       |       | -     |
| 7    | 0,573                                  | 0,826 | 0,409 | 0,281 | 0,137 | 0,566 | 0,448 | 0,437 | 0,703 | 0,013 | 0,581 | 0,388 | 0,103 | 0,245 | 0,78  |
| 8    | 0,387                                  | 0,614 | 0,26  | 0,832 | 0,445 | 0,855 | 0,583 |       |       |       |       |       |       | -     | -     |
| 9    | 0,396                                  | 0,11  | 0,234 | 0,266 | 0,042 | 0,717 | 0,13  | 0,245 | 0,375 | 0,266 | 0,831 | 0,571 | -     | -     | -     |
| 10   | 0,271                                  | 0,598 | 0,743 | 0,734 | 0,546 | 0,538 | 0,59  | 0,652 | 0,618 | 0,55  | 0,037 | 0,458 | 0,231 | 0,172 | -     |
| 11   | 0,194                                  | 0,08  | 0,597 | 0,422 | 0,129 | 0,045 | 0,466 | 0,849 | 0,349 | 0,432 | 0,772 | 0,744 | 0,05  | -     | -     |
| 12   | 0,258                                  | 0,697 | 0,666 | 0,45  | 0,725 | 0,557 | 0,103 | 0,519 | 0,721 | 0,453 | 0,694 | 0,396 | -     | -     | -     |
| 13   | 0,817                                  | 0,777 | 0,153 | 0,39  | 0,033 | 0,285 | 0,351 | 0,229 | 0,074 | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 14   | 0,087                                  | 0,306 | 0,724 | 0,414 | 0,834 | 0,733 | 0,042 | 0,072 | 0,427 | 0,5   | 0,858 | -     | -     | -     | -     |
| 15   | 0,84                                   | 0,513 | 0,584 | 0,838 | 0,391 | 0,858 | 0,57  | 0,649 | 0,099 | 0,414 | 0,663 | 0,004 | 0,839 | 0,27  | 0,06  |
| 16   | 0,152                                  | 0,836 | 0,621 | 0,884 | 0,151 | 0,837 | 0,637 | 0,498 | 0,346 | 0,086 | 0,765 | 0,347 | -     | -     | -     |
| 17   | 0,157                                  | 0,85  | 0,729 | 0,66  | 0,493 | 0,017 | 0,643 | 0,88  | 0,59  | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 18   | 0,07                                   | 0,736 | 0,143 | 0,16  | 0,036 | 0,867 | 0,298 | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| 19   | 0,439                                  | 0,345 | 0,688 | 0,867 | 0,045 | 0,806 | 0,341 | 0,172 | 0,48  | 0,344 | 0,412 | 0,483 | 0,395 | 0,687 | 0,704 |
| 20   | 0,116                                  | 0,22  | 0,504 | 0,579 | 0,324 | 0,294 | 0,306 | 0,142 | 0,216 | 0,789 | 0,158 | 0,387 | 0,325 | 0,562 | 0,294 |

Dari pembangkitan bilangan acak pada Tabel 3.6 untuk semua gen pada tiap kromosom, didapatkan beberapa titik lokasi yang akan mengalami mutasi. Lokasi yang mengalami mutasi dapat dilihat dilihat pada Tabel 3.7

Tabel 3.7 Lokasi yang mengalami mutasi

| Krom | Bit ke- | Krom | Bit ke-  | Krom | Bit ke- | Krom | Bit ke- |
|------|---------|------|----------|------|---------|------|---------|
| 1    | 6, 9    | 7    | 10       | 12   | 9       | 16   | 10      |
| 2    | 9, 12   | 9    | 5        | 13   | 5, 9    | 17   | 6       |
| 3    | 4       | 10   | 11       | 14   | 7, 8    | 18   | 1, 5    |
| 6    | 8       | 11   | 2, 6, 13 | 15   | 9, 12   | 19   | 5       |



Dari lokasi titik mutasi tersebut, setelah diimplementasikan pada kromosomnya maka akan didapatkan perubahan informasi gen yang terdapat pada Tabel 3.8

Tabel 3.8 Hasil mutasi perubahan informasi gen

| Kromosom | Informasi gen pada tiap index kromosom |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
|----------|----------------------------------------|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
|          | 1                                      | 2   | 3   | 4   | 5  | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15 |
| 1        | 25                                     | 67  | 84  | 63  | 45 | 27  | 54  | 89  | 89  | 59  |     |     |     |     |    |
| 2        | 86                                     | 97  | 55  | 124 | 50 | 3   | 106 | 41  | 85  | 57  | 122 | 44  | 79  | 40  |    |
| 3        | 73                                     | 50  | 69  | 10  | 82 | 35  | 77  | 90  |     |     |     |     |     |     |    |
| 4        | 118                                    | 73  | 91  | 123 | 2  | 45  | 68  | 24  | 76  | 7   | 80  | 57  | 91  | 25  |    |
| 5        | 114                                    | 9   | 118 | 29  | 88 | 8   | 32  | 6   | 36  | 28  | 60  |     |     |     |    |
| 6        | 71                                     | 84  | 4   | 33  | 96 | 42  | 54  | 21  |     |     |     |     |     |     |    |
| 7        | 60                                     | 126 | 107 | 52  | 48 | 79  | 120 | 36  | 86  | 31  | 42  | 93  | 104 | 117 | 58 |
| 8        | 56                                     | 28  | 81  | 85  | 12 | 15  | 65  |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 9        | 20                                     | 46  | 113 | 125 | 17 | 87  | 92  | 64  | 129 | 92  | 70  | 15  |     |     |    |
| 10       | 34                                     | 18  | 109 | 18  | 13 | 98  | 64  | 13  | 6   | 39  | 83  | 103 | 116 | 37  |    |
| 11       | 11                                     | 27  | 1   | 29  | 98 | 30  | 57  | 65  | 123 | 94  | 81  | 36  | 72  |     |    |
| 12       | 51                                     | 83  | 94  | 87  | 78 | 31  | 105 | 27  | 33  | 38  | 102 | 24  |     |     |    |
| 13       | 1                                      | 12  | 99  | 130 | 99 | 121 | 21  | 59  | 15  |     |     |     |     |     |    |
| 14       | 7                                      | 47  | 62  | 66  | 52 | 89  | 20  | 23  | 107 | 26  | 3   |     |     |     |    |
| 15       | 37                                     | 46  | 128 | 15  | 67 | 76  | 60  | 35  | 14  | 80  | 83  | 61  | 121 | 37  | 11 |
| 16       | 105                                    | 10  | 47  | 111 | 95 | 17  | 21  | 74  | 16  | 7   | 78  | 100 |     |     |    |
| 17       | 14                                     | 72  | 95  | 114 | 23 | 55  | 16  | 53  | 10  |     |     |     |     |     |    |
| 18       | 66                                     | 112 | 73  | 30  | 41 | 5   | 32  |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 19       | 66                                     | 19  | 61  | 33  | 86 | 126 | 22  | 117 | 109 | 36  | 47  | 58  | 25  | 69  | 70 |
| 20       | 45                                     | 56  | 101 | 83  | 56 | 22  | 43  | 108 | 43  | 130 | 95  | 23  | 81  | 121 | 92 |

Didapatkan *offspring* sementara hasil mutasi perubahan informasi gen yang terdapat pada Gambar 3.12

Gambar 3.12 *Offspring* hasil mutasi

Tabel 3.9 Syarat perubahan panjang *offspring* hasil mutasi perubahan informasi gen

Dilakukan pembangkitan bilangan random sebanyak *offspring* hasil mutasi perubahan informasi gen sebelumnya. Kemudian didapatkan hasil yang terdapat pada Tabel 3.10

| <i>Off</i>      | Status | <i>Off</i>      | Status | <i>Off</i>      | Status | <i>Off</i>      | Status |
|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|
| <i>Off</i> (7)  | +1     | <i>Off</i> (11) | -1     | <i>Off</i> (15) | 0      | <i>Off</i> (19) | 0      |
| <i>Off</i> (8)  | -1     | <i>Off</i> (12) | +1     | <i>Off</i> (16) | +1     | <i>Off</i> (20) | 0      |
| <i>Off</i> (9)  | +1     | <i>Off</i> (13) | -1     | <i>Off</i> (17) | -1     | <i>Off</i> (21) | +1     |
| <i>Off</i> (10) | 0      | <i>Off</i> (14) | 0      | <i>Off</i> (18) | 0      | <i>Off</i> (22) | -1     |

Didapatkan *offspring* akhir untuk proses mutasi yang terdapat pada Gambar 3.13

|         |     |     |     |     |    |     |     |     |     |    |     |     |     |     |    |
|---------|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|----|
| Off(7)  | 25  | 67  | 84  | 63  | 45 | 27  | 54  | 89  | 89  | 59 | 28  |     |     |     |    |
| Off(8)  | 86  | 97  | 55  | 124 | 50 | 3   | 106 | 41  | 85  | 57 | 122 | 44  | 79  |     |    |
| Off(9)  | 73  | 50  | 69  | 10  | 82 | 35  | 77  | 90  | 81  |    |     |     |     |     |    |
| Off(10) | 71  | 84  | 4   | 33  | 96 | 42  | 54  | 21  |     |    |     |     |     |     |    |
| Off(11) | 60  | 126 | 107 | 52  | 48 | 79  | 120 | 36  | 86  | 31 | 42  | 93  | 104 | 117 |    |
| Off(12) | 20  | 46  | 113 | 125 | 17 | 87  | 92  | 64  | 129 | 92 | 70  | 15  | 102 |     |    |
| Off(13) | 34  | 18  | 109 | 18  | 13 | 98  | 64  | 13  | 6   | 39 | 83  | 103 | 116 |     |    |
| Off(14) | 11  | 27  | 1   | 29  | 98 | 30  | 57  | 65  | 123 | 94 | 81  | 36  | 72  |     |    |
| Off(15) | 51  | 83  | 94  | 87  | 78 | 31  | 105 | 27  | 33  | 38 | 102 | 24  |     |     |    |
| Off(16) | 1   | 12  | 99  | 130 | 99 | 121 | 21  | 59  | 15  | 11 |     |     |     |     |    |
| Off(17) | 7   | 47  | 62  | 66  | 52 | 89  | 20  | 23  | 107 | 26 |     |     |     |     |    |
| Off(18) | 37  | 46  | 128 | 15  | 67 | 76  | 60  | 35  | 14  | 80 | 83  | 61  | 121 | 37  | 11 |
| Off(19) | 105 | 10  | 47  | 111 | 95 | 17  | 21  | 74  | 16  | 7  | 78  | 100 |     |     |    |
| Off(20) | 14  | 72  | 95  | 114 | 23 | 55  | 16  | 53  | 10  |    |     |     |     |     |    |
| Off(21) | 66  | 112 | 73  | 30  | 41 | 5   | 32  | 48  |     |    |     |     |     |     |    |
| Off(22) | 66  | 19  | 61  | 33  | 86 | 126 | 22  | 117 | 109 | 36 | 47  | 58  | 25  | 69  |    |

Gambar 3.13 *Offspring* akhir hasil mutasi

### 3.4.12 Seleksi

Proses seleksi dilakukan untuk menyaring semua individu hasil proses algoritma genetika. Proses seleksi menggunakan metode elitis. Proses seleksi dengan menggunakan metode elitis adalah seleksi dengan memanfaatkan urutan dari nilai *fitness*. Tahapan – tahapan metode seleksi elitis adalah sebagai berikut:

1. Urutkan semua individu dalam populasi dari *fitness* dengan nilai terbesar sampai yang terkecil.
2. Ambil individu dari yang teratas sampai sebanyak jumlah populasi yang telah diinisialisasikan.

Hasil seleksi elitis dapat dilihat pada Tabel 3.11

Tabel 3.11 Hasil seleksi elitis

| Kromosom | Fitness |
|----------|---------|
| Off(4)   | 132501  |
| 3        | 130152  |



|         |        |
|---------|--------|
| 17      | 128063 |
| Off(9)  | 126545 |
| Off(17) | 125963 |
| Off(20) | 125544 |
| Off(13) | 123605 |
| Off(1)  | 122860 |
| 13      | 122266 |
| 9       | 121312 |
| 10      | 120401 |
| Off(12) | 117654 |
| Off(21) | 116058 |
| Off(16) | 115368 |
| 20      | 114836 |
| 19      | 114340 |
| 8       | 114029 |
| Off(10) | 112304 |
| 6       | 111999 |
| Off(22) | 111931 |

#### 3.4.13 Memilih Kromosom Terbaik

Setelah dilakukan proses seleksi maka dilanjutkan dengan pemilihan kromosom terbaik berdasarkan nilai fitness yang paling besar. Kromosom dengan nilai fitness terbesar adalah *offspring* ke-4 dengan nilai *fitness* 132501.

### 3.5 Perancangan User Interface

Rancangan *user interface* dari optimasi asupan gizi pada ibu hamil dengan menggunakan algoritma genetika terdiri dari dua halaman yaitu halaman utama serta data dan halaman hasil dari pemrosesan algoritma genetika.

#### 3.5.1 Tampilan Halaman Utama

Rancangan *user interface* halaman utama dari optimasi asupan gizi pada ibu hamil dengan menggunakan algoritma genetika dapat dilihat pada Gambar 3.14.

Menu Utama | Proses Algoritma Genetika

**Input Data Bumil**

Tinggi Badan (cm) : 1 160

Usia Kehamilan (minggu) : 2 30

Aktivitas Fisik : 3

4

**Nilai Kebutuhan Gizi Bumil**

Kebutuhan Energi : 5

Kebutuhan Lemak : 6

Kebutuhan Protein : 7

Kebutuhan Karbohidrat : 8

**Input Data Algen**

Jumlah Populasi : 9 80

Jumlah Generasi : 10 250

Probabilitas Crossover : 11 0.7

Probabilitas Mutasi : 12 0.3

**Input Prioritas Gizi**

Prioritas Energi : 13 1.0

Prioritas Protein : 14 1.0

Prioritas Lemak : 15 1.0

Prioritas Karbohidrat : 16 1.0

17

Gambar 3.14 Tampilan halaman awal

Keterangan:

1. Input data ibu hamil berupa tinggi badan (cm)
2. Input data ibu hamil berupa usi kehamilan ibu hamil (minggu)
3. Input data ibu hamil berupa pilihan jenis aktivitas fisik ibu hamil
4. Tombol untuk memproses kebutuhan gizi ibu hamil
5. Hasil perhitungan besar kebutuhan energi ibu hamil
6. Hasil perhitungan besar kebutuhan protein ibu hamil
7. Hasil perhitungan besar kebutuhan lemak ibu hamil
8. Hasil perhitungan besar kebutuhan karbohidrat ibu hamil
9. Input data Algen jumlah populasi
10. Input data Algen jumlah generasi
11. Input data Algen nilai probabilitas *crossover*
12. Input data Algen nilai probabilitas mutasi
13. Input prioritas energi
14. Input prioritas protein
15. Input prioritas lemak
16. Input prioritas karbohidrat
17. Tombol Proses Algen

### 3.5.2 Tampilan Data dan Hasil Pemrosesan Algoritma Genetika

Rancangan halaman data dan hasil proses algoritma genetika dari optimasi asupan gizi pada ibu hamil dapat dilihat pada Gambar 3.15.

Gambar 3.15 Halaman hasil pemrosesan

Keterangan:

18. Hasil seleksi algen pada generasi terakhir yang berisi nama kromosom, susunan kromosom, *fitness*, harga, jumlah energi, protein, lemak, dan karbohidrat
19. Hasil kromosom terbaik dengan detail nama kromosom, susunan kromosom, *fitness*, harga, jumlah energi, protein, lemak, dan karbohidrat

### 3.6 Perancangan Uji Coba dan Evaluasi

Untuk mengevaluasi program dilakukan beberapa uji coba antara lain:

1. Uji coba untuk menentukan banyaknya generasi yang optimal untuk proses algoritma genetika optimasi asupan gizi ibu hamil.



2. Uji coba untuk mencari kombinasi probabilitas mutasi dan probabilitas *crossover* yang terbaik untuk menyelesaikan permasalahan optimasi asupan gizi ibu hamil.
3. Uji coba untuk menentukan ukuran populasi yang optimal untuk proses algoritma genetika optimasi asupan gizi ibu hamil.

### 3.6.1 Uji Coba Banyaknya Generasi

Uji coba akan dilakukan terhadap program untuk mengetahui banyaknya generasi yang optimal untuk memecahkan masalah optimasi asupan gizi ibu hamil. Semakin tinggi jumlah generasi maka semakin tinggi pula kemampuan algoritma genetika untuk mencari solusi terbaik. Ujicoba akan dilakukan 10 kali dan digunakan generasi dengan kelipatan 500 mulai dari 500-3000 generasi. Banyaknya populasi yang digunakan adalah 50 populasi dengan  $P_c$  dan  $P_m$  adalah 0.5 Untuk tabel ujicoba bisa dilihat pada Tabel 3.12.

Tabel 3.12 Rancangan uji coba 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             |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                          |
| 1000            |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                          |
| 1500            |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                          |
| 2000            |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                          |
| 2500            |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                          |
| 3000            |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                          |

### 3.6.2 Uji Coba Kombinasi Probabilitas *Crossover* dan Mutasi

Uji coba akan dilakukan terhadap program untuk mengetahui kombinasi probabilitas *crossover* dan mutasi mana yang akan menghasilkan solusi paling optimal untuk permasalahan optimasi asupan gizi pada ibu hamil dengan menggunakan algoritma genetika. Ujicoba akan dilakukan 10 kali dan digunakan

kombinasi probabilitas 0 sampai 1 dengan kenaikan dan penurunan 0,1 tiap percobaan. Ukuran populasi dan banyaknya generasi adalah nilai paling optimal dari percobaan uji ukuran generasi dan banyak generasi. Untuk tabel ujicoba bisa dilihat pada Tabel 3.13.

Tabel 3.13 Rancangan uji coba nilai *fitness* pada 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   |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                          |

### 3.6.3 Uji Coba Ukuran Populasi

Uji coba akan dilakukan terhadap program untuk mengetahui banyak populasi yang akan menghasilkan solusi paling optimal untuk permasalahan optimasi asupan gizi pada ibu hamil dengan menggunakan algoritma genetika. Ujicoba akan dilakukan 10 kali dan menggunakan nilai  $P_c = 0,5$ ,  $P_m = 0,5$  dan jumlah generasi = 500. Ukuran populasi yang digunakan adalah kelipatan 50 yang dimulai dari 50 sampai 300. Untuk tabel ujicoba bisa dilihat pada Tabel 3.14.

Tabel 3.14 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              |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                          |
| 100             |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                          |
| 150             |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                          |
| 200             |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                          |
| 250             |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                          |
| 300             |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                          |





## BAB IV IMPLEMENTASI

### 4.1 Lingkungan Implementasi

Proses implementasi merupakan tahap sistem siap dioperasikan pada keadaan yang sebenarnya, sehingga akan diketahui apakah sistem yang dibuat telah menghasilkan tujuan yang diinginkan. Lingkungan implementasi yang akan dijelaskan dalam sub bab ini adalah lingkungan implementasi perangkat lunak dan perangkat keras yang digunakan dalam mengimplementasikan sistem yang telah dibuat dalam penelitian ini.

#### 4.1.1 Lingkungan Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam pengembangan perangkat lunak dalam penelitian ini memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. Prosesor Intel(R) Core(TM) I3-330M 2,13 GHz.
2. Memori 2GB.
3. *Harddisk* dengan kapasitas 250 GB.
4. Monitor 14".

#### 4.1.2 Lingkungan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam pengembangan perangkat lunak dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sistem operasi Microsoft Windows 7 *ultimate edition* 32bit.
2. *Tools* yang digunakan adalah JDK1.6 dan JRE7.
3. *Editor* yang digunakan adalah Netbeans 7.1.3.

### 4.2 Implementasi Program

Berdasarkan analisa dan perancangan sistem yang terdapat pada bab 3, maka pada subbab ini akan dijelaskan implementasi proses-proses tersebut kedalam sistem dengan menggunakan bahasa pemrograman JAVA.

#### 4.2.1 Struktur Data

Struktur data yang digunakan dalam implementasi optimasi asupan gizi pada ibu hamil dengan menggunakan algoritma genetika dapat dilihat pada Source Code 4.1.

```
ArrayList<bahan> Bahan;  
ArrayList<ArrayList<bahan>> kandidatKromosom;
```

Source Code 4.1 Struktur data program

Keterangan :

1. ArrayList<bahan> Bahan = menyimpan daftar bahan makanan yang berisi informasi nama bahan, kandungan gizi dan harga
2. ArrayList<ArrayList<bahan>> kandidatKromosom = menyimpan daftar kromosom hasil pembangkitan populasi.

#### 4.2.2 Mengambil Data Bahan Makanan

Pengambilan data bahan makanan dilakukan dengan membaca file “dataBahan.xls”. File tersebut berisi data bahan makanan yang berupa nilai kandungan gizi (karbohidrat, lemak, protein, dan energi) beserta harganya tiap 100 gr. *Source code* pengambilan data bahan makanan dapat dilihat pada Source Code 4.2.

```
public static ArrayList<bahan> getBahan(){  
    File file = new File("model/dataBahan.xls");  
    if(!file.exists())  
        return null;  
    try {  
        Workbook workbook = Workbook.getWorkbook(file);  
        Sheet sheet = workbook.getSheet(0);  
        ArrayList<bahan> bobotV = new ArrayList<bahan> ();  
        int jumlahRow = sheet.getColumn(0).length;  
        for(int i=0;i<jumlahRow;i++){  
            Cell temp[] = sheet.getRow(i);  
            bahan tempbahan = new bahan(  
                ((jxl.NumberCell)temp[2]).getValue(),  
                ((jxl.NumberCell)temp[3]).getValue(),  
                ((jxl.NumberCell)temp[4]).getValue(),  
                ((jxl.NumberCell)temp[5]).getValue(),  
                (int)((jxl.NumberCell)temp[6]).getValue(),  
                ((jxl.LabelCell)temp[1]).getString(),  
                i);  
            bobotV.add(tempbahan);  
        }  
    }  
}
```

```

        return bobotV;
    } catch (IOException ex) {

        Logger.getLogger(buildModel.class.getName()).log(Level.SEVERE,
            null, ex);
    } catch (BiffException ex) {

        Logger.getLogger(buildModel.class.getName()).log(Level.SEVERE,
            null, ex);
    }
    return null;
}

```

Source Code 4.2 Pengambilan data bahan makanan

#### 4.2.3 Pembangkitan Populasi Awal

Proses pembangkitan populasi awal dilakukan dengan melakukan inisialisasi kromosom berdasarkan pada hasil pembangkitan jumlah individu yang diinputkan oleh *user*. Proses pembangkitan populasi awal dapat dilihat pada Source Code 4.3.

```

kandidatKromosom = new ArrayList<ArrayList<bahan>>();
for(int i=0;i<jumlahPop;i++){
    int panjangKromosom = acak.nextInt((batasAtas -
        batasBawah) + 1) + batasBawah;
    ArrayList<bahan> kromosom = new ArrayList<bahan>();
    jumlahGen+=panjangKromosom;
    for(int j=0;j<panjangKromosom;j++){
        int random = acak.nextInt(Bahan.size());

while(isInitalisasi(random)&&isInitalisasikromosom(kromosom,rand
om)){
        random = acak.nextInt(Bahan.size());
    }
    kromosom.add(Bahan.get(random));
    kandidatKromosom.add(kromosom);
}
}

```

Source Code 4.3 Pembangkitan populasi awal

#### 4.2.4 Proses Crossover

Metode *crossover* yang digunakan adalah *crossover* satu titik. Sebelum dilakkan proses *crossover*, terlebih dahulu dilakukan pemilihan induk yang akan mengalami *crossover* dengan melakukan pembangkitan bilangan acak antara 0 – 1 sebanyak kromosom yang telah dibangkitkan. Nilai bilangan acak yang kurang



dari nilai probabilitas *crossover* terpilih menjadi induk yang akan mengalami proses *crossover*. Proses *crossover* dapat dilihat pada Source Code 4.4.

```

ArrayList<ArrayList<bahan>> offSpringCrossOver = new
    ArrayList<ArrayList<bahan>>();
    if(propCros>0){
        ArrayList<ArrayList<bahan>> kandidatCrossOver;
        kandidatCrossOver =
            generateKandidatCrossOver(kandidatKromosom);

        for(int k=0;k<kandidatCrossOver.size()-1;k+=2){
            ArrayList<bahan> kromosom1 =
                kandidatCrossOver.get(k);
            ArrayList<bahan> kromosom2 =
                kandidatCrossOver.get(k+1);
            int posisiPotong =
                acak.nextInt(intervalBawahCromosom -2)+1;
            posisiPotong = ((kromosom1.size() >
                kromosom2.size()) ? (kromosom2.size() - posisiPotong) :
                (kromosom1.size() - posisiPotong));
            ArrayList<bahan> kromosomBaru1 = new
                ArrayList<bahan>();
            ArrayList<bahan> kromosomBaru2 = new
                ArrayList<bahan>();
            for (int j = 0; j < posisiPotong; j++) {
                kromosomBaru1.add(kromosom1.get(j));
                kromosomBaru2.add(kromosom2.get(j));
            }
            for (int j = posisiPotong; j <
                kromosom1.size(); j++) {
                kromosomBaru2.add(kromosom1.get(j));
            }
            for (int j = posisiPotong; j <
                kromosom2.size(); j++) {
                kromosomBaru1.add(kromosom2.get(j));
            }
            offSpringCrossOver.add(kromosomBaru1);
            offSpringCrossOver.add(kromosomBaru2);
        }
    }

```

Source Code 4.4 Proses *crossover*

#### 4.2.5 Proses Mutasi

Metode mutasi yang digunakan adalah *reciprocal exchange* mutasi yang telah dimodifikasi. Langkah awal proses mutasi ini yaitu melakukan pemilihan individu yang akan mengalami mutasi dimana dengan melakukan pembangkitan bilangan acak antara 0 – 1 sebanyak jumlah total gen semua kromosom, nilai bilangan acak yang kurang dari probabilitas mutasi maka akan terpilih sebagai induk yang mengalami mutasi. Tahap selanjutnya *offspring* hasil mutasi akan

dilakukan perubahan panjang kromosomnya. *Source code* proses mutasi dapat dilihat pada Source Code 4.5

```

ArrayList<ArrayList<bahan>> offSpringMutasi = new
    ArrayList<ArrayList<bahan>>();
    if(propMutasi>0){
        int counter=0;
        for(int j = 0;j<kandidatKromosom.size();j++){
            for(int
                k=0;k<kandidatKromosom.get(j).size();k++){
                    double acakMutasi = acak.nextDouble();
                    if(acakMutasi<propMutasi){
                        kandidatKromosom.get(j).get(k).propMutasi = acakMutasi;
                        counter++;
                    }
                    else
                        {kandidatKromosom.get(j).get(k).propMutasi = 0;}
                }
            }
        for(int j = 0;j<kandidatKromosom.size();j++){
            ArrayList<bahan> kromosomCurrent =
                kandidatKromosom.get(j);
            boolean pick = false;
            for(int k=0;k<kromosomCurrent.size();k++){
                if(kromosomCurrent.get(k).propMutasi>0)
                    pick = true;
                if(!pick)
                    continue;
                ArrayList<bahan> copyKromosom = new
                    ArrayList<bahan> ();
                for(int k=0;k<kromosomCurrent.size();k++){
                    if(kromosomCurrent.get(k).propMutasi==0){
                        copyKromosom.add(kromosomCurrent.get(k));
                    }else{
                        int random =
                            acak.nextInt(Bahan.size());
                        copyKromosom.add(Bahan.get(random));
                    }
                }
                offSpringMutasi.add(copyKromosom);
            }
            for(int j=0;j<offSpringMutasi.size();j++){
                double acakAddRemove = acak.nextInt(9)+1;
                if(acakAddRemove>3&&acakAddRemove<=6){
                    if(offSpringMutasi.get(j).size()>intervalBawahCromosom){
                        offSpringMutasi.get(j).remove(offSpringMutasi.get(j).size()-1);
                    }
                    }else{
                        if(offSpringMutasi.get(j).size()<intervalAtasCromosom){
                            int random =
                                acak.nextInt(Bahan.size());

```

```
offSpringMutasi.get(j).add(Bahan.get(random));
    }
}
}
```

Source Code 4.5 Proses mutasi

#### 4.2.6 Perhitungan Penalti

Perhitungan penalti adalah total penjumlahan dari prioritas yang dikalikan dengan penalti tiap tiap komponen gizi. Jika total komponen gizi tiap kromosom lebih besar dari kebutuhan komponen gizi pada ibu hamil, maka nilai penalti untuk komponen gizi tersebut bernilai 0. Sebaliknya jika total komponen gizi tiap kromosom lebih kecil dari kebutuhan komponen gizi pada ibu hamil, maka nilai penalti untuk komponen gizi tersebut dapat dihitung dengan mencari selisih besar kebutuhan komponen gizi dikurangi total komponen gizi pada kromosom tersebut. *Source code* proses perhitungan penalti dapat dilihat pada Source Code 4.6.

```
public double getPinalti(ArrayList<bahan> kromosom){
    double totalEnergi = 0;
    double totalKarbohidrat = 0;
    double totalLemak = 0;
    double totalProtein = 0;
    for(int i=0;i<kromosom.size();i++){
        totalEnergi+=kromosom.get(i).energi;
        totalKarbohidrat+=kromosom.get(i).karbohidrat;
        totalProtein+=kromosom.get(i).protein;
        totalLemak+=kromosom.get(i).lemak;
    }
    double PinaltiEnergi =
    (User.kebutuhanEnergi<totalEnergi)?User.kebutuhanEnergi-
    totalEnergi:0;
    double PinaltiLemak =
    (User.kebutuhanLemak<totalLemak)?User.kebutuhanLemak-totalLemak:0;
    double PinaltiKarbohidrat =
    (User.kebutuhanKarbohidrat<totalKarbohidrat)?User.kebutuhanKarbohi-
    drat-totalKarbohidrat:0;
    double PinaltiProtein =
    (User.kebutuhanProtein<totalProtein)?User.kebutuhanProtein-
    totalProtein:0;
    return
    (User.bobotEnergi*PinaltiEnergi)+(User.bobotKarbohidrat*PinaltiKar-
    bohidrat)+(User.bobotLemak*PinaltiLemak)+(User.bobotProtein*Pinalt-
    iProtein);
}
```

Source Code 4.6 Proses perhitungan penalti



#### 4.2.7 Perhitungan *Fitness*

Perhitungan nilai *fitness* diperoleh dengan menghitung selisih antara total harga maksimal, harga kromosom dan penalti. Total harga maksimal adalah total 10 harga bahan tertinggi yang telah dilakukan *shorting* sebelumnya. Harga kromosom adalah total harga bahan makanan gen pada tiap kromosom. Penalty adalah total nilai prioritas yang dikalikan dengan penalti tiap kandungan gizi. Perhitungan *fitness* dilakukan pada setiap individu. Proses perhitungan *fitness* dapat dilihat pada Source Code 4.7

```
public double getFitness(ArrayList<bahan> kromosom) {
    int totalHarga = 0;
    for(int i=0;i<kromosom.size();i++){
        totalHarga+=kromosom.get(i).harga;
    }
    return totalMaxHarga-totalHarga-getPinalti(kromosom);
}
```

Source Code 4.7 Proses perhitungan *fitness*

#### 4.2.8 Proses Seleksi dengan Metode Elitis

Proses seleksi pemilihan induk untuk generasi berikutnya dilakukan dengan metode Elitis. Pada seleksi model ini semakin besar nilai *fitness* suatu individu maka akan semakin besar kemungkinan individu tersebut terpilih untuk menjadi induk. Langkah pertama proses seleksi ini adalah dengan mengurutkan besar *fitness* setiap individu dari yang terbesar sampai yang terkecil lalu diambil individu teratas sebanyak jumlah populasi awal untuk menjadi induk pada generasi berikutnya. *Source code* proses metode seleksi elitis dapat dilihat pada Source Code 4.8

```
{
    ShortFitness(kandidatKromosom);
    ArrayList<ArrayList<bahan>> kandidatK = new
    ArrayList<ArrayList<bahan>> ();
    for(int j=0;j<jumlahPop;j++)
        kandidatK.add(kandidatKromosom.get(j));
    kandidatKromosom = kandidatK;
}

double fitness [] = new
double[kandidatKromosom.size()];
double sum = 0;
for(int j=0;j<kandidatKromosom.size();j++){
```

```

        fitnes[j]=getFitness(kandidatKromosom.get(j));
        sum += fitnes[j];
    }
    double sumj = 0;
    for(int j=0;j<kandidatKromosom.size();j++){
        sumj += (fitnes[j]/sum);
        fitnes[j]=sumj;
    }

```

Source Code 4.8 Proses seleksi elitis

#### 4.2.9 Proses Pemilihan Kromosom Terbaik

Kromosom terbaill adalah kromosom yang meiliki nilai *fitness* tertinggi dari semua kromosom. Kromosom terbaik dipilih dari semua kromosom hasil proses algoritma genetika dengan membandingkan hasil *fitness*. *Source code* proses pemilihan kromosom terbaik dapat dilihat pada Source Code 4.9

```

public void ShortFitnes(ArrayList<ArrayList<bahan>> bahanShort){
    for(int i=0;i<bahanShort.size();i++){
        for(int j=0;j<bahanShort.size();j++){
            if(getFitness(bahanShort.get(i))>getFitness(bahanShort.get(j))){
                ArrayList<bahan> a = bahanShort.get(i);
                bahanShort.set(i, bahanShort.get(j));
                bahanShort.set(j, a);
            }
        }
    }
}

```

Source Code 4.9 Proses pemilihan kromosom terbaik

#### 4.3 Implementasi Antarmuka

Antar muka sistem terdiri atas satu form yang memiliki dua tab. Tab pertama berfungsi untuk input data gizi dan parameter algoritma genetika beserta prioritasnya, sedangkan tab kedua berisi data beserta hasil proses algoritma genetika. Berikut gambar implementasi antarmuka yang dapat dilihat pada Gambar 4.1, Gambar 4.2 dan Gambar 4.3.

**Optimasi Asupan Gizi Pada Ibu Hamil Dengan Menggunakan Algoritma Genetika**

Menu Utama Data dan Proses Algoritma Genetika

**Input Data Bumil**

Tinggi Badan (cm) :

Usia Kehamilan (minggu) :

Aktivitas Fisik :

**Nilai Kebutuhan Gizi Bumil**

Kebutuhan Energi :

Kebutuhan Lemak :

Kebutuhan Protein :

Kebutuhan Karbohidrat :

**Input Data Algen**

Jumlah Populasi :

Jumlah Generasi :

Probabilitas Crossover :

Probabilitas Mutasi :

**Input Prioritas Gizi**

Prioritas Energi :

Prioritas Protein :

Prioritas Lemak :

Prioritas Karbohidrat :

Progress Bar: [ ]

Gambar 4.1 Tampilan halaman menu utama input data

**Optimasi Asupan Gizi Pada Ibu Hamil Dengan Menggunakan Algoritma Genetika**

Menu Utama Data dan Proses Algoritma Genetika

**Hasil Seleksi Algen Generasi terakhir**

| No | Nama         | Kromosom       | Fitness  | Harga  | Energi | Protein | Lemak         | Karbohidrat |
|----|--------------|----------------|----------|--------|--------|---------|---------------|-------------|
| 1  | Parent ke-1  | 48 121 86 2... | 142350.0 | 3000.0 | 591.0  | 15.9    | 10.5999999... | 118.6       |
| 2  | Parent ke-2  | 48 121 86 2... | 142350.0 | 3000.0 | 591.0  | 15.9    | 10.5999999... | 118.6       |
| 3  | Parent ke-3  | 48 121 86 2... | 142350.0 | 3000.0 | 591.0  | 15.9    | 10.5999999... | 118.6       |
| 4  | Parent ke-4  | 48 121 86 2... | 142350.0 | 3000.0 | 591.0  | 15.9    | 10.5999999... | 118.6       |
| 5  | Parent ke-5  | 48 121 86 2... | 142350.0 | 3000.0 | 591.0  | 15.9    | 10.5999999... | 118.6       |
| 6  | Parent ke-6  | 48 121 86 2... | 142350.0 | 3000.0 | 591.0  | 15.9    | 10.5999999... | 118.6       |
| 7  | Parent ke-7  | 48 121 86 2... | 142350.0 | 3000.0 | 591.0  | 15.9    | 10.5999999... | 118.6       |
| 8  | Parent ke-8  | 48 121 86 2... | 142350.0 | 3000.0 | 591.0  | 15.9    | 10.5999999... | 118.6       |
| 9  | Parent ke-9  | 48 121 86 2... | 142350.0 | 3000.0 | 591.0  | 15.9    | 10.5999999... | 118.6       |
| 10 | Parent ke-10 | 48 121 86 2... | 142350.0 | 3000.0 | 591.0  | 15.9    | 10.5999999... | 118.6       |
| 11 | Parent ke-11 | 48 121 86 2... | 142350.0 | 3000.0 | 591.0  | 15.9    | 10.5999999... | 118.6       |
| 12 | Parent ke-12 | 48 121 86 2... | 142350.0 | 3000.0 | 591.0  | 15.9    | 10.5999999... | 118.6       |
| 13 | Parent ke-13 | 48 121 86 2... | 142350.0 | 3000.0 | 591.0  | 15.9    | 10.5999999... | 118.6       |
| 14 | Parent ke-14 | 48 121 86 2... | 142350.0 | 3000.0 | 591.0  | 15.9    | 10.5999999... | 118.6       |
| 15 | Parent ke-15 | 48 121 86 2... | 142350.0 | 3000.0 | 591.0  | 15.9    | 10.5999999... | 118.6       |
| 16 | Parent ke-16 | 48 121 86 2... | 142350.0 | 3000.0 | 591.0  | 15.9    | 10.5999999... | 118.6       |
| 17 | Parent ke-17 | 48 121 86 2... | 142350.0 | 3000.0 | 591.0  | 15.9    | 10.5999999... | 118.6       |

**Hasil Kromosom Terbaik**

| No | Nama        | Kromosom       | Fitness  | Harga  | Energi | Protein | Lemak         | Karbohidrat |
|----|-------------|----------------|----------|--------|--------|---------|---------------|-------------|
| 1  | Parent ke-1 | 48 121 86 2... | 142350.0 | 3000.0 | 591.0  | 15.9    | 10.5999999... | 118.6       |

Gambar 4. 2 Tampilan halaman hasil proses algoritma genetika



Optimasi Asupan Gizi Pada Ibu Hamil Dengan Menggunakan Algoritma Genetika

Menu Utama Data dan Proses Algoritma Genetika

Hasil Seleksi Algen Generasi terakhir

| No | Nama         | Kromosom | Fitness | Uraian | Energi | Protein | Lemak | Karbohidrat |
|----|--------------|----------|---------|--------|--------|---------|-------|-------------|
| 1  | Parent ke-1  |          |         |        |        |         |       |             |
| 2  | Parent ke-2  |          |         |        |        |         |       |             |
| 3  | Parent ke-3  |          |         |        |        |         |       |             |
| 4  | Parent ke-4  |          |         |        |        |         |       |             |
| 5  | Parent ke-5  |          |         |        |        |         |       |             |
| 6  | Parent ke-6  |          |         |        |        |         |       |             |
| 7  | Parent ke-7  |          |         |        |        |         |       |             |
| 8  | Parent ke-8  |          |         |        |        |         |       |             |
| 9  | Parent ke-9  |          |         |        |        |         |       |             |
| 10 | Parent ke-10 |          |         |        |        |         |       |             |
| 11 | Parent ke-11 |          |         |        |        |         |       |             |
| 12 | Parent ke-12 |          |         |        |        |         |       |             |
| 13 | Parent ke-13 |          |         |        |        |         |       |             |
| 14 | Parent ke-14 |          |         |        |        |         |       |             |
| 15 | Parent ke-15 |          |         |        |        |         |       |             |
| 16 | Parent ke-16 |          |         |        |        |         |       |             |
| 17 | Parent ke-17 |          |         |        |        |         |       |             |

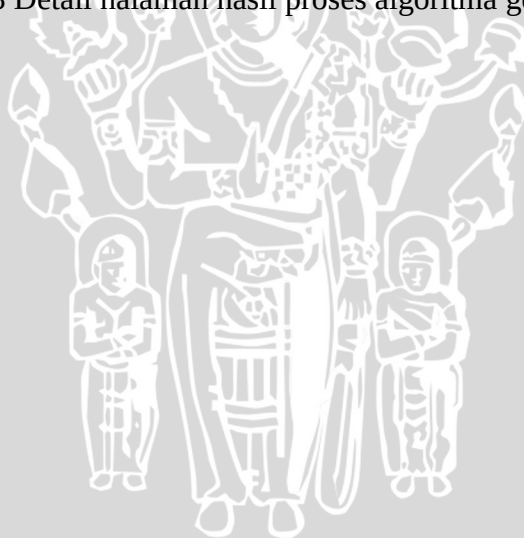
Detail Bahan Makanan

| No Gen | Nama ...   | Harga | Energi | Protein | Lemak | Karbo... |
|--------|------------|-------|--------|---------|-------|----------|
| 48     | Jagung...  | 500   | 366.0  | 9.8     | 7.3   | 69.1     |
| 121    | Seman...   | 700   | 28.0   | 0.5     | 0.2   | 6.9      |
| 86     | Kunyit     | 450   | 63.0   | 2.0     | 2.7   | 9.1      |
| 26     | Buncis     | 600   | 35.0   | 2.4     | 0.2   | 7.7      |
| 110    | Pisang ... | 750   | 99.0   | 1.2     | 0.2   | 25.8     |

Hasil Kromosom Terbaik

| No | Nama        | Lemak         | Karbohidrat |
|----|-------------|---------------|-------------|
| 1  | Parent ke-1 | 10.5999999... | 118.6       |

Gambar 4.3 Detail halaman hasil proses algoritma genetika



## BAB V

### PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini akan dibahas dan dianalisis hasil uji coba yang telah dilakukan dalam optimasi asupan gizi pada ibu hamil dengan menggunakan algoritma genetika.

#### 5.1 Hasil Pengujian Sistem

Hasil pengujian terhadap sistem dilakukan untuk mengetahui kromosom terbaik dengan nilai *fitness* tertinggi yang dihasilkan dari proses algoritma genetika. Dalam uji coba ini akan dilakukan pengujian terhadap 170 data bahan makanan untuk ibu hamil yang memiliki tinggi badan 160 cm, usia kehamilan 20 minggu dengan aktifitas sangat ringan, kemudian dilakukan inisialisasi parameter algoritma genetika dengan banyak populasi 20 kromosom kemudian diproses sejumlah 1 generasi, nilai probabilitas *crossover* 0,5 nilai probabilitas mutasi 0,5, dan nilai keempat prioritas energi, protein, lemak dan karbohidrat masing-masing bernilai 1. Hasil pengujian sistem yang menghasilkan 20 kromosom terbaik pada generasi 1 dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil uji coba sistem

| No | Kromosom              | <i>Fitness</i> |
|----|-----------------------|----------------|
| 1  | <i>Offspring</i> (2)  | 139350         |
| 2  | <i>Offspring</i> (11) | 137350         |
| 3  | <i>Parent</i> (1)     | 137150         |
| 4  | <i>Parent</i> (2)     | 135000         |
| 5  | <i>Offspring</i> (1)  | 132800         |
| 6  | <i>Offspring</i> (6)  | 129800         |
| 7  | <i>Offspring</i> (15) | 128650         |
| 8  | <i>Parent</i> (3)     | 127100         |
| 9  | <i>Offspring</i> (12) | 127000         |
| 10 | <i>Offspring</i> (13) | 126950         |

|    |                       |           |
|----|-----------------------|-----------|
| 11 | <i>Offspring</i> (3)  | 126600    |
| 12 | <i>Parent</i> (4)     | 126050    |
| 13 | <i>Parent</i> (5)     | 125550    |
| 14 | <i>Offspring</i> (16) | 121659,56 |
| 15 | <i>Parent</i> (6)     | 121100    |
| 16 | <i>Offspring</i> (14) | 120200    |
| 17 | <i>Offspring</i> (4)  | 120050    |
| 18 | <i>Parent</i> (7)     | 118500    |
| 19 | <i>Parent</i> (8)     | 118350    |
| 20 | <i>Parent</i> (9)     | 117850    |

Berdasarkan Tabel 5.1, kromosom terbaik dengan nilai *fitness* tertinggi adalah *offspring*(2) dengan nilai *fitness* 139350.

## 5.2 Hasil dan Analisa Pengujian Parameter Algoritma Genetika

Proses uji coba ini dilakukan untuk mengetahui berapa *fitness* tertinggi dari kromosom terbaik pada setiap percobaan parameter algoritma genetika. Parameter algoritma genetika yang terdiri dari banyak populasi, banyak generasi, probabilitas *crossover*, dan probabilitas mutasi. Hasil pengujian ini kemudian dianalisa untuk diambil suatu kesimpulan dari penelitian ini.

### 5.2.1 Hasil dan Analisa Uji Coba Banyaknya Generasi

Pada uji coba pertama dilakukan pengujian banyak generasi terhadap perubahan nilai *fitness*. Data yang digunakan pengujian adalah 150 data bahan makanan. Data ibu hamil yang digunakan adalah tinggi badan 160 cm, usia kehamilan 30 minggu, dan aktifitas istirahat. Jumlah populasi yang dipakai sebanyak 50 individu dengan banyak generasi kelipatan 500 mulai dari 500 sampai 1500 generasi. Nilai probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi yang digunakan adalah 0,5 dan 0,5. Nilai prioritas gizi yang digunakan adalah bernilai 1 untuk keempat komponen gizi. Setiap generasi dilakukan 10 kali percobaan. Dari uji coba tersebut akan diperoleh berapa banyak generasi yang optimal untuk

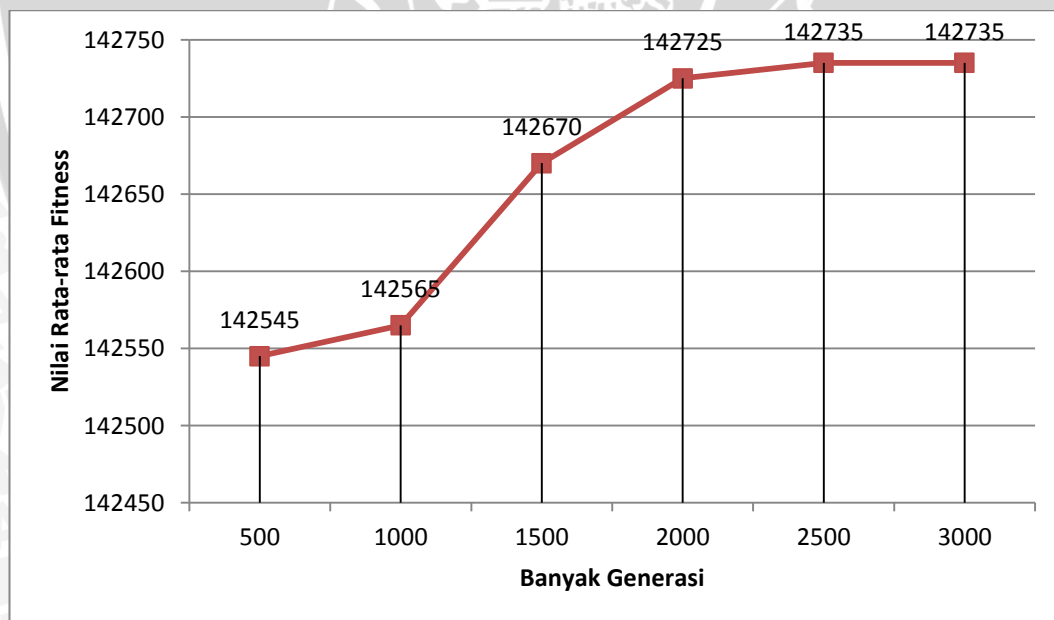


menyelesaikan masalah optimasi asupan ibu hamil. Untuk hasil dari percobaan bisa dilihat pada Tabel 5.2

Tabel 5.2 Hasil percobaan banyaknya generasi percobaan ke 1-10

| Banyak<br>Generasi | Nilai <i>Fitness</i> Hasil Uji Coba Banyak Generasi |        |        |        |        |        |        |        |        |        | Rata-rata<br><i>Fitness</i> |
|--------------------|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------------------|
|                    | Percobaan Banyaknya Generasi Ke-                    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |                             |
|                    | 1                                                   | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |                             |
| 500                | 142250                                              | 142600 | 142750 | 142350 | 142800 | 142450 | 142900 | 142500 | 142250 | 142600 | 142545                      |
| 1000               | 142300                                              | 142850 | 142700 | 142700 | 142250 | 142750 | 142250 | 142750 | 142550 | 142550 | 142565                      |
| 1500               | 142650                                              | 142800 | 142650 | 142600 | 142850 | 142700 | 142600 | 142700 | 142550 | 142600 | 142670                      |
| 2000               | 142700                                              | 143000 | 142500 | 142700 | 142750 | 142950 | 142700 | 142650 | 142550 | 142750 | 142725                      |
| 2500               | 142850                                              | 142450 | 142950 | 142850 | 142500 | 142650 | 142700 | 142800 | 142850 | 142750 | 142735                      |
| 3000               | 142700                                              | 142600 | 142700 | 142600 | 142950 | 142800 | 142800 | 142700 | 142650 | 142850 | 142735                      |

Hasil uji coba banyaknya generasi terhadap nilai *fitness* terdapat pada Tabel 5.2. Dari data tersebut dapat dibuat sebuah grafik untuk melihat perbedaan dari hasil pengujian banyak generasi terhadap nilai *fitness* yang dapat dilihat pada grafik Gambar 5.1.



Gambar 5. 1 Grafik hasil uji coba banyaknya generasi

Dari grafik Gambar 5.1 dapat dilihat bahwa jumlah generasi berpengaruh terhadap hasil algoritma genetika yang terlihat pada nilai *fitness*-nya. Nilai *fitness*

terendah terdapat pada generasi 500 dikarenakan jumlah generasi tersebut masih kurang untuk memproses data dengan menggunakan algoritma genetika secara optimal. Namun terlalu banyak jumlah generasi juga belum tentu hasil algoritma genetika menjadi lebih optimal. Terlalu banyak generasi yang digunakan membuat waktu proses semakin panjang. Selain itu nilai *fitness* yang dihasilkan juga belum tentu lebih baik dari jumlah generasi yang lebih sedikit. Dari grafik Gambar 5.1 tersebut bisa disimpulkan bahwa jumlah generasi yang paling mendekati optimal adalah generasi ke- 1500 dimana generasi tersebut menghasilkan nilai *fitness* tertinggi yang nilai rata-rata gizinya tertinggi dan paling mendekati dengan kebutuhan gizi ibu hamil yaitu 706,9 kkal dan jumlah generasi yang lebih banyak menghasilkan nilai *fitness* yang selisih rata-ratanya tidak signifikan dan cenderung membentuk garis lurus.

### 5.2.2 Hasil dan Analisa Uji Coba Ukuran Populasi

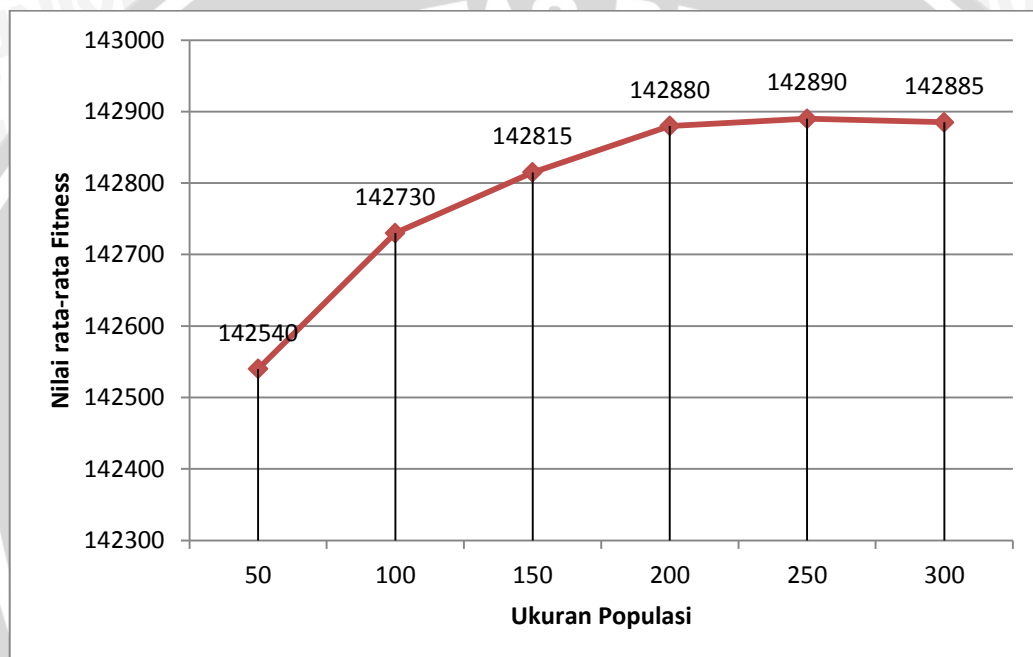
Pada uji coba pertama dilakukan pengujian ukuran populasi terhadap perubahan nilai *fitness*. Data yang digunakan pengujian adalah 150 data bahan makanan. Data ibu hamil yang digunakan adalah tinggi badan 160 cm, usia kehamilan 30 minggu, dan aktifitas istirahat. Jumlah generasi yang dipakai adalah 500 dengan banyak populasi kelipatan 50 mulai dari 50 sampai 300 populasi. Nilai probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi yang digunakan adalah 0,5 dan 0,5. Nilai prioritas gizi yang digunakan adalah bernilai 1 untuk keempat komponen gizi. Setiap generasi dilakukan 10 kali percobaan. Dari uji coba tersebut akan diperoleh berapa ukuran populasi yang optimal untuk menyelesaikan masalah optimasi asupan ibu hamil. Untuk hasil dari percobaan bisa dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil percobaan ukuran populasi percobaan ke 1-10

| Ukuran Populasi | Nilai <i>Fitness</i> Hasil Uji Coba Ukuran Populasi |        |        |        |        |        |        |        |        |        | Rata-rata <i>Fitness</i> |
|-----------------|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|
|                 | Percobaan Ukuran Populasi Ke-                       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |                          |
|                 | 1                                                   | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |                          |
| 50              | 142700                                              | 142500 | 142750 | 142650 | 142550 | 142400 | 142500 | 142350 | 142650 | 142350 | 142540                   |
| 100             | 142700                                              | 142750 | 142850 | 142650 | 142800 | 142850 | 142900 | 142700 | 142550 | 142550 | 142730                   |
| 150             | 142700                                              | 142800 | 142750 | 142800 | 142750 | 142850 | 142800 | 142850 | 142950 | 142900 | 142815                   |

|     |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 200 | 142900 | 142900 | 143000 | 142950 | 142750 | 142900 | 142850 | 142850 | 142750 | 142950 | 142880 |
| 250 | 142800 | 142900 | 143000 | 143000 | 142900 | 142900 | 142950 | 142900 | 142700 | 142850 | 142890 |
| 300 | 142850 | 142900 | 142850 | 143000 | 142900 | 142900 | 142900 | 142850 | 142850 | 142850 | 142885 |

Hasil uji coba banyaknya populasi terhadap nilai *fitness* terdapat pada Tabel 5.3. Dari data tersebut dapat dibuat sebuah grafik untuk melihat perbedaan dari hasil pengujian banyak populasi terhadap nilai *fitness* yang dapat dilihat pada grafik Gambar 5.2.



Gambar 5. 2 Grafik hasil uji coba ukuran populasi

Dari grafik Gambar 5.2 dapat dilihat bahwa ukuran populasi berpengaruh terhadap hasil algoritma genetika yang terlihat pada nilai *fitness*-nya. Nilai *fitness* terendah terdapat pada populasi 50 dikarenakan ukuran populasi tersebut masih sedikit untuk memproses data dengan menggunakan algoritma genetika secara optimal. Namun terlalu besar ukuran populasi juga belum tentu hasil algoritma genetika menjadi lebih optimal. Terlalu besar ukuran populasi yang digunakan membuat waktu proses semakin panjang. Selain itu nilai *fitness* yang dihasilkan juga belum tentu lebih baik dari ukuran populasi yang lebih kecil. Dari grafik Gambar 5.2 tersebut bisa disimpulkan bahwa ukuran populasi yang paling mendekati optimal adalah 150 dimana ukuran populasi tersebut menghasilkan



nilai *fitness* tertinggi yang nilai rata-rata gizinya tertinggi dan paling mendekati dengan kebutuhan gizi ibu hamil yaitu 670,2 kkal dan ukuran populasi yang lebih banyak menghasilkan nilai *fitness* yang selisih rata-ratanya tidak signifikan dan cenderung membentuk garis lurus.

### 5.2.3 Hasil dan Analisa Uji Coba Percobaan Kombinasi Probabilitas

#### Crossover dan Probabilitas Mutasi

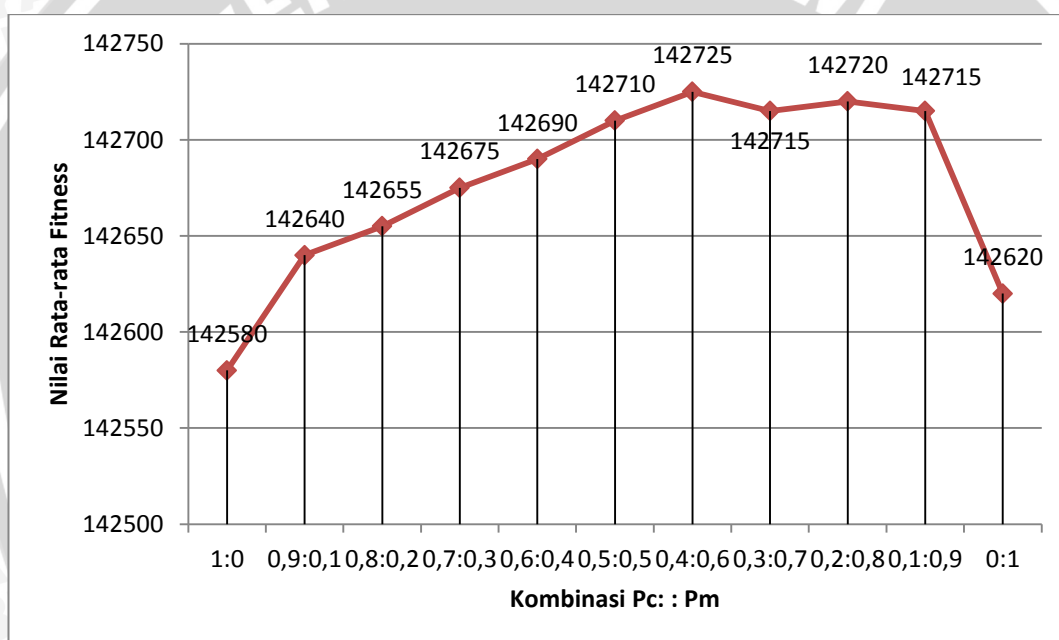
Pada uji coba pertama dilakukan pengujian kombinasi probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi terhadap perubahan nilai *fitness*. Data yang digunakan pengujian adalah 150 data bahan makanan. Data ibu hamil yang digunakan adalah tinggi badan 160 cm, usia kehamilan 30 minggu, dan aktifitas istirahat. Jumlah populasi yang dipakai adalah populasi yang menghasilkan nilai *fitness* terbaik yaitu 150 populasi, dimana sesuai dengan Tabel 5.3. Banyak generasi yang digunakan adalah generasi yang menghasilkan nilai *fitness* tertinggi sesuai Tabel 5.2 yaitu 1500. Nilai probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi yang digunakan dalam pengujian adalah nilai antara 0 - 1. Prioritas gizi yang digunakan adalah bernilai 1 untuk keempat komponen gizi. Setiap generasi dilakukan 10 kali percobaan. Dari uji coba tersebut akan diperoleh berapa besar probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi yang optimal untuk menyelesaikan masalah optimasi asupan ibu hamil. Untuk hasil dari percobaan bisa dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Hasil percobaan kombinasi probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi percobaan ke 1-10

| Kombinasi |     | Nilai <i>Fitnes</i> Hasil Uji Coba Kombinasi Pc Pm |        |        |        |        |        |        |        |        |        | Rata-rata <i>Fitness</i> |
|-----------|-----|----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|
|           |     | Percobaan Kombinasi Pc Pm Ke -                     |        |        |        |        |        |        |        |        |        |                          |
| Pc        | Pm  | 1                                                  | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |                          |
| 1:0       | 0   | 142350                                             | 142600 | 142750 | 142400 | 142450 | 142850 | 142900 | 142450 | 142650 | 142400 | 142580                   |
| 0,9:0,1   | 0,1 | 142650                                             | 142600 | 142500 | 142700 | 142500 | 142600 | 142750 | 142850 | 142600 | 142650 | 142640                   |
| 0,8:0,2   | 0,2 | 142350                                             | 142450 | 142900 | 143000 | 142500 | 142700 | 142700 | 142800 | 142400 | 142750 | 142655                   |
| 0,7:0,3   | 0,3 | 142850                                             | 142850 | 142500 | 142400 | 142700 | 142750 | 142500 | 142700 | 142850 | 142650 | 142675                   |
| 0,6:0,4   | 0,4 | 142450                                             | 142700 | 143000 | 142550 | 142350 | 142450 | 143000 | 142800 | 142700 | 142900 | 142690                   |
| 0,5:0,5   | 0,5 | 143000                                             | 143000 | 142400 | 142700 | 142600 | 142900 | 142600 | 142350 | 142650 | 142900 | 142710                   |
| 0,4:0,6   | 0,6 | 142600                                             | 142800 | 143000 | 142900 | 143000 | 142400 | 142500 | 142900 | 142650 | 142500 | 142725                   |

|         |     |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,3:0,7 | 0,7 | 142400 | 142850 | 142450 | 142700 | 142800 | 142900 | 142600 | 142650 | 142900 | 142900 | 142715 |
| 0,2:0,8 | 0,8 | 142800 | 142500 | 142800 | 142500 | 143000 | 142600 | 142600 | 142850 | 142850 | 142700 | 142720 |
| 0,1:0,9 | 0,9 | 142750 | 142700 | 142650 | 142700 | 142750 | 142700 | 143000 | 142700 | 142600 | 142600 | 142715 |
| 0:1     | 1   | 142500 | 142650 | 142500 | 142700 | 142600 | 142600 | 142900 | 142600 | 142550 | 142600 | 142620 |

Hasil uji coba kombinasi probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi terhadap nilai *fitness* terdapat pada Tabel 5.4. Dari data tersebut dapat dibuat sebuah grafik untuk melihat perbedaan dari hasil pengujian kombinasi probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi terhadap nilai *fitness* yang dapat dilihat pada grafik Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Grafik hasil uji coba kombinasi probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi

Dari grafik Gambar 5.3 dapat dilihat bahwa kombinasi probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi berpengaruh terhadap hasil algoritma genetika yang terlihat pada nilai *fitness*-nya. Dari grafik Gambar 5.3 tersebut bisa disimpulkan bahwa rata-rata *fitness* terendah adalah 142500 yang mempunyai nilai probabilitas *crossover* 0 dan probabilitas mutasi 1. Sedangkan nilai rata-rata *fitness* tertinggi yang nilai rata-rata gizinya tertinggi dan mendekati kebutuhan ibu hamil adalah 142725 yang mempunyai nilai probabilitas *crossover* 0,4 dan probabilitas mutasi 0,6. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya [MAH-14]

yang menyatakan bahwa tingkat *crossover* yang terlalu besar (dan mutasi kecil) akan menurunkan kemampuan GA untuk mengeksplorasi daerah pencarian. Pada kondisi sebaliknya (tingkat *crossover* kecil, mutasi besar) akan menurunkan kemampuan GA untuk belajar dari generasi sebelumnya dan tidak mampu untuk mengeksploitasi daerah *optimum local*.

#### **5.2.4 Analisa Perbandingan Nilai Kebutuhan Gizi Ibu Hamil dengan Nilai Gizi yang Dihasilkan Kromosom Terbaik dari Proses Algoritma Genetika**

Pada pengujian yang dilakukan pada sistem dengan menggunakan parameter optimal yang telah dilakukan pengujian sebelumnya yaitu dengan ukuran populasi 150, banyak generasi 1500, dan kombinasi probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi 0,4 dan 0,6, didapatkan kromosom terbaik dengan kombinasi bahan makanan yang telah mengalami proses algoritma genetika. Dari kromosom terbaik tersebut dilakukan perbandingan terhadap nilai kebutuhan gizi ibu hamil dengan kondisi tinggi badan 160 cm, usia kehamilan 30 minggu dengan aktivitas fisik sedang istirahat dan didapatkan nilai kebutuhan energi ibu hamil sebanyak 2118,4485 kkal, kebutuhan lemak (15% Energi) sebanyak 529,612125 kkal, kebutuhan protein (25% Energi) sebanyak 317,767275 kkal, dan kebutuhan karbohidrat (60% Energi) sebanyak 1271,0691 kkal. Input parameter genetika dan input kondisi ibu hamil beserta hasil kebutuhan gizinya dapat dilihat pada Gambar 5.4.



**Optimasi Asupan Gizi Pada Ibu Hamil Dengan Menggunakan Algoritma Genetika**

Menu Utama | Data dan Proses Algoritma Genetika

**Input Data Bumil**

Tinggi Badan (cm) : 160

Usia Kehamilan (minggu) : 30

Aktivitas Fisik : Istirahat

Hitung Kebutuhan Gizi

**Nilai Kebutuhan Gizi Bumil**

Kebutuhan Energi : 2118.4485

Kebutuhan Lemak : 529.612125

Kebutuhan Protein : 317.767275

Kebutuhan Karbohidrat : 1271.0691

**Input Data Algen**

Jumlah Populasi : 150

Jumlah Generasi : 1500

Probabilitas Crossover : 0.4

Probabilitas Mutasi : 0.6

**Input Prioritas Gizi**

Prioritas Energi : 1.0

Prioritas Protein : 1.0

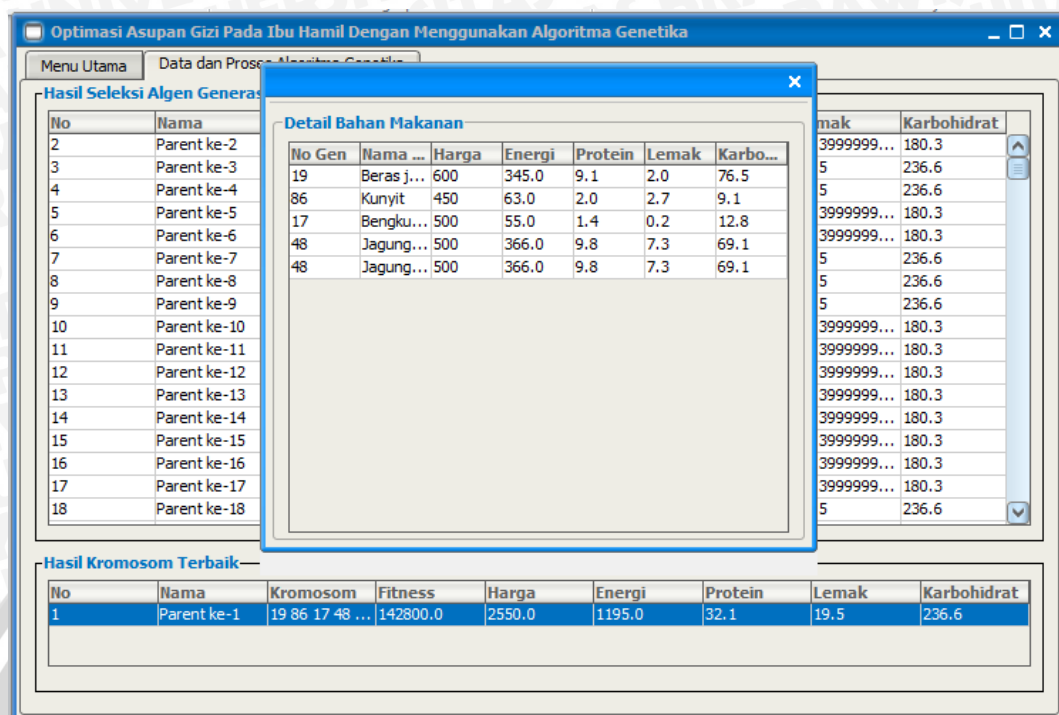
Prioritas Lemak : 1.0

Prioritas Karbohidrat : 1.0

Proses Algen

Gambar 5.4 Input parameter algoritma genetika dan input kondisi ibu hamil beserta hasil kebutuhan gizinya

Dari input tersebut kemudian dilakukan proses algoritma genetika, didapatkan kromosom terbaik dengan kandungan energi 1195 kkal yang dapat dilihat hasilnya pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Kromosom terbaik hasil proses algoritma genetika dan nilai kandungan gizinya

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa, nilai gizi kromosom terbaik yang dihasilkan proses algoritma genetika masih kurang dari nilai kebutuhan gizi ibu hamil semestinya. Hal ini bisa disebabkan diantaranya oleh data bahan makanan yang tidak ada variasi berat konsumsi, tidak ada pengelompokan bahan makanan, dan pembobotan berat bahan makanan sesuai dengan pengelompokkannya. Selain itu rumus *fitness* yang digunakan juga mempengaruhi hasil nilai gizi yang ada para kromosom hasil proses algoritma genetika.

## BAB VI PENUTUP

### 6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari hasil uji coba yang telah dilakukan dalam penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Bentuk kromosom yang digunakan untuk penyelesaian masalah ini adalah kromosom dengan panjang antara 5 – 15 gen yang berisi informasi berupa bahan makanan yang dapat dikonsumsi ibu hamil untuk memenuhi asupan gizi. Nilai fitness dapat dihitung dengan menghitung selisih antara harga maksimal (total 10 max harga bahan), harga bahan tiap kromosom dan penalti.
2. Parameter algoritma genetika berpengaruh terhadap hasil optimasi. Nilai parameter yang besar belum tentu menghasilkan optimasi yang paling tinggi. Nilai parameter yang besar seringkali memperpanjang waktu proses sistem. Dalam sistem optimasi asupan gizi pada ibu hamil dengan menggunakan algoritma, banyak generasi paling optimum yang mendekati kebutuhan gizi ibu hamil adalah 1500 generasi dengan rata-rata nilai *fitness* adalah 142670, ukuran populasi adalah sebanyak 150 populasi dengan rata-rata nilai *fitness* adalah 143050 serta kombinasi probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi yang terbaik pada penelitian ini secara berturut-turut adalah 0,4 dan 0,6 dengan rata-rata nilai *fitness* 142725.
3. Dengan parameter algoritma genetika dan kondisi data tersebut, optimasi yang diperoleh masih kurang dari kebutuhan energi yang dibutuhkan ibu hamil.

### 6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan setelah menyelesaikan penelitian skripsi ini adalah perbaikan solusi bisa dilakukan dengan melakukan hibridasi algoritma



genetika dengan algoritma lainnya. Teknik ini terbukti efektif dalam beberapa penelitian sebelumnya [MAH-08]. Selain itu untuk mendapatkan hasil yang lebih bervariasi, dilakukan percobaan dengan menambah data, menggunakan metode *crossover*, mutasi, dan seleksi yang lain.



## DAFTAR PUSTAKA

- [ALM-09] Almatsier. 2009. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- [AYA-13] Ayahbunda. 2013. *Hamil, Pantau Kenaikan Berat Badan*. (<http://www.ayahbunda.co.id/Artikel/kehamilan/Gizi+dan+Kesehatan/hamil.pantau.kenaikan.berat.badan/001/001/1772/1>) [1 April 2014].
- [ARA-08] Arali. 2008. *Buku Ajar Gizi*. EGC. Jakarta
- [ARI-08] Aribowo, Lukas, Martin. 2008. *Penerapan Algoritma Genetika Pada Penentuan Komposisi Pakan Ayam Petelur*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi. Yogyakarta
- [BAS-03] Basuki, Achmad. 2003. *Algoritma Genetika Suatu Alternatif Penyelesaian Permasalahan Searching, Optimasi dan Machine Learning*. PENS-ITS. Surabaya
- [BRO-09] Brooker, Chis. 2009. *Ensiklopedia Keperawatan*. EGC. Jakarta
- [BRO-05] Brown, J.e. 2005. *Nutrition During Pregnancy*. Nutrition Through the Life Cycle Thomson Wadsworth. USA
- [CUR-94] Curtis, Glade B. 1994. *Kehamilan : Apa yang Anda Hadapi Minggu per Minggu*. Arcan. Jakarta
- [DEP-05] Depkes. 2005. *Subdit Gizi Klinis, Departemen Kesehatan Indonesia*. Jakarta.
- [GEN-97] Gen, M. Cheng, R. 1997. *Genetic Algorithm and Engineering Design*. John Wiley & Son, Inc. USA.
- [HUL-07] Huliana, Mellyana. 2007. *Panduan Menjalani Kehamilan Sehat*. Puspa Swara. Jakarta
- [JUN-03] Juniawati. 2003. *Implementasi Algoritma Genetika Untuk Mencari Volume Terbesar Bangun Kotak Tanpa Tutup Dari Suatu Bidang Datar Segi Empat*. Jurnal Ilmiah LPPM Universitas Surabaya. Surabaya.

- [KUS-03] Kusumadewi, Sri. 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Graha Ilmu. Yogyakarta
- [MAH-08] Mahmudy, WF 2008, '*Optimasi fungsi tanpa kendala menggunakan algoritma genetika dengan kromosom biner dan perbaikan kromosom hill-climbing*', *Kursor*, vol. 4, no. 1, pp. 23-29.
- [MAH-13] Mahmudy, Wayan Firdaus. 2013. *Algoritma Evolusi*. Universitas Brawijaya. Malang.
- [MAW-13] Mahmudy, WF, Marian, RM & Luong, LHS 2013, '*Real coded genetic algorithms for solving flexible job-shop scheduling problem – Part I: modeling*', *Advanced Materials Research*, vol. 701, pp. 359-363.
- [MAH-14] Mahmudy, WF, Marian, RM & Luong, LHS 2014, '*Hybrid genetic algorithms for part type selection and machine loading problems with alternative production plans in flexible manufacturing system*', *ECTI Transactions on Computer and Information Technology (ECTI-CIT)*, vol. 8, no. 1, pp. 80-93.
- [MIC-96] Michalewicz, Zbigniew. 1996. *Genetic Algorithm+Data Structure=Evolution Programs*. Springer.
- [MOE-92] Moehji, Sjahmien. 1992. *Ilmu Gizi Jilid 3*. Penerbit Bhratara Karya Aksara. Jakarta.
- [POE-05] Poedyasmoro. 2005. *Buku Praktis Ahli Gizi*. Buku Kuliah Politeknik Kesehatan Malang. Malang
- [RIS-07] Rismawan. Kusumadewi. 2007. *Aplikasi Algoritma Genetika Untuk Komposisi Bahan Pangan Harian*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi. Yogyakarta
- [RUS-13] Ruslan, Kadir. 2013. Angka Kematian Ibu Meningkat. (<http://kesehatan.kompasiana.com/ibu-dan-anak/2013/10/03/catatan-menjelang-2014-angka-kematian-ibu-meningkat-595295.html>).[1 Maret 2014]
- [SUS-04] Susanto. Widyaningsih, 2004. *Dasar-Dasar Ilmu Pangan Dan*



Gizi. Akademika. Yogyakarta.

- [TYA-13] Tyas, R. A. 2013. *Implementasi Algoritma genetika Untuk Optimasi Mutli-Dimensional Knapsack Problem Dalam Penentuan Menu Makanan Sehat*. Universitas Brawijaya. Malang
- [WAT-11] Wati, Anastasia Widya. 2011. *“Penerapan Algoritma Genetika Dalam Optimasi Model Dan Simulasi Dari Suatu Sistem.”* Jurnal Keilmuan Teknik Industri 1: 4.
- [UYU-11] Uyun, Hartanti. 2011. *Penentuan Komposisi Bahan Pangan Untuk Diet Penyakit Ginjal Dan Saluran Kemih Dengan Menggunakan Algoritma Genetika*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi. Yogyakarta



### Lampiran Kandungan Gizi dan harga Bahan Makanan

| No | Nama Bahan         | Kandungan per 100 gr |                |              |                    |            |
|----|--------------------|----------------------|----------------|--------------|--------------------|------------|
|    |                    | Energi (kkal)        | Protein (kkal) | Lemak (kkal) | Karbohidrat (kkal) | Harga (Rp) |
| 1  | Agar-agar          | 0                    | 0,0            | 0,2          | 0,0                | 2350       |
| 2  | Alpokot            | 85                   | 0,9            | 6,5          | 7,7                | 600        |
| 3  | Anggur             | 50                   | 0,5            | 0,2          | 12,8               | 8500       |
| 4  | Apel               | 58                   | 0,3            | 0,4          | 14,9               | 1300       |
| 5  | Arbei              | 37                   | 0,8            | 0,5          | 8,3                | 2500       |
| 6  | Ayam               | 302                  | 18,2           | 25,0         | 0,0                | 3250       |
| 7  | Babat              | 113                  | 17,6           | 4,2          | 0,0                | 2600       |
| 8  | Bandeng            | 129                  | 20,0           | 4,8          | 0,0                | 1100       |
| 9  | Bawal              | 96                   | 19,0           | 1,7          | 0,0                | 1300       |
| 10 | Bawang bombay      | 45                   | 1,4            | 0,2          | 10,3               | 1800       |
| 11 | Bawang merah       | 39                   | 1,5            | 0,3          | 0,2                | 3650       |
| 12 | Bawang putih       | 95                   | 4,5            | 0,2          | 23,1               | 1900       |
| 13 | Bayam              | 36                   | 3,5            | 0,5          | 6,5                | 500        |
| 14 | Bayam merah        | 51                   | 4,6            | 0,5          | 10,0               | 2150       |
| 15 | Bebek ( itik )     | 326                  | 16,0           | 28,6         | 0,0                | 4500       |
| 16 | Belimbing          | 36                   | 0,4            | 0,4          | 8,8                | 1950       |
| 17 | Belut air tawar    | 82                   | 6,7            | 1,0          | 10,9               | 2500       |
| 18 | Bengkuang          | 55                   | 1,4            | 0,2          | 12,8               | 500        |
| 19 | Beras              | 360                  | 6,8            | 0,7          | 78,9               | 1150       |
| 20 | Beras jagung       | 345                  | 9,1            | 2,0          | 76,5               | 600        |
| 21 | Beras ketan hitam  | 356                  | 7,0            | 0,7          | 78,0               | 1400       |
| 22 | Beras ketan putih  | 362                  | 6,7            | 0,7          | 79,4               | 1500       |
| 23 | Beras merah tumbuk | 352                  | 7,3            | 0,9          | 76,2               | 1500       |
| 24 | Bihun              | 360                  | 4,7            | 0,1          | 82,1               | 1200       |
| 25 | Biji jambu mete    | 606                  | 19,5           | 47,3         | 34,9               | 7500       |
| 26 | Biskuit            | 458                  | 6,9            | 14,4         | 75,1               | 2850       |
| 27 | Buncis             | 35                   | 2,4            | 0,2          | 7,7                | 600        |
| 28 | Cengkeh            | 292                  | 5,2            | 8,9          | 57,4               | 15500      |
| 29 | Cumi-cumi          | 75                   | 16,1           | 0,7          | 0,1                | 3400       |
| 30 | Daging kambing     | 154                  | 16,6           | 9,2          | 0,0                | 9000       |
| 31 | Daging sapi        | 207                  | 18,8           | 14,0         | 0,0                | 9500       |
| 32 | Daun bawang        | 29                   | 1,8            | 0,7          | 5,2                | 4450       |
| 33 | Daun cincau        | 122                  | 6,0            | 1,0          | 26,0               | 800        |
| 34 | Daun katuk         | 59                   | 4,8            | 1,0          | 11,0               | 1000       |
| 35 | Daun kemangi       | 43                   | 5,5            | 0,3          | 7,5                | 1500       |

|    |                             |     |      |      |      |       |
|----|-----------------------------|-----|------|------|------|-------|
| 36 | Daun ketela rambat          | 47  | 2,8  | 0,4  | 10,4 | 1100  |
| 37 | Daun pepaya                 | 79  | 8,0  | 2,0  | 11,9 | 2500  |
| 38 | Daun singkong               | 73  | 6,8  | 1,2  | 13,0 | 2500  |
| 39 | Duku                        | 63  | 1,0  | 0,2  | 16,1 | 1250  |
| 40 | Ikan Gabus                  | 74  | 25,2 | 1,7  | 0,0  | 11200 |
| 41 | Gambas oyong                | 18  | 0,8  | 0,2  | 4,1  | 750   |
| 42 | Gula aren                   | 368 | 0,0  | 0,0  | 95,0 | 2500  |
| 43 | Gula kelapa                 | 386 | 3,0  | 10,0 | 76,0 | 1350  |
| 44 | Gula pasir                  | 364 | 0,0  | 0,0  | 94,0 | 1200  |
| 45 | Ikan asin kering            | 193 | 42,0 | 1,5  | 0,0  | 8500  |
| 46 | Ikan mas                    | 86  | 16,0 | 2,0  | 0,0  | 2500  |
| 47 | Ikan mujair segar           | 89  | 18,7 | 1,0  | 0,0  | 3350  |
| 48 | Ikan tongkol (tuna)         | 117 | 23,2 | 2,7  | 0,0  | 4100  |
| 49 | Jagung kuning               | 366 | 9,8  | 7,3  | 69,1 | 500   |
| 50 | Jahe                        | 51  | 1,5  | 1,0  | 10,1 | 750   |
| 51 | Jambu air                   | 46  | 0,6  | 0,2  | 11,8 | 2250  |
| 52 | Jambu biji                  | 49  | 0,9  | 0,3  | 12,2 | 1750  |
| 53 | Jambu monyet ( buah )       | 64  | 0,7  | 0,6  | 15,8 | 850   |
| 54 | Jamur kuping segar          | 15  | 3,8  | 0,6  | 0,9  | 4500  |
| 55 | Jantung pisang segar        | 31  | 1,2  | 0,3  | 7,1  | 3300  |
| 56 | Jengkol                     | 20  | 3,5  | 0,1  | 3,1  | 3200  |
| 57 | Jeruk bali                  | 48  | 0,6  | 0,2  | 12,4 | 2500  |
| 58 | Jeruk manis                 | 45  | 0,9  | 0,2  | 11,2 | 2200  |
| 59 | Jeruk nipis                 | 37  | 0,8  | 0,1  | 12,3 | 1500  |
| 60 | Kacang arab                 | 330 | 23,8 | 1,4  | 60,2 | 3400  |
| 61 | Kacang buncis ( buah )      | 35  | 2,4  | 0,2  | 7,7  | 600   |
| 62 | Kacang ijo                  | 345 | 22,2 | 1,2  | 62,9 | 1550  |
| 63 | Kacang kapri ( biji segar ) | 98  | 6,7  | 0,4  | 17,7 | 1750  |
| 64 | Kacang kedelai              | 381 | 40,4 | 16,7 | 24,9 | 1300  |
| 65 | Kacang merah                | 336 | 23,1 | 1,7  | 59,5 | 1400  |
| 66 | Kacang panjang              | 44  | 2,7  | 0,3  | 7,8  | 1000  |
| 67 | Kangkung                    | 29  | 3,0  | 0,3  | 5,4  | 1250  |
| 68 | Kapri muda                  | 42  | 3,3  | 0,2  | 9,0  | 1500  |
| 69 | Kecap                       | 46  | 5,7  | 1,3  | 9,0  | 3500  |
| 70 | Kecipir                     | 35  | 2,9  | 0,2  | 5,8  | 650   |
| 71 | Keju                        | 326 | 22,8 | 20,3 | 13,1 | 7500  |
| 72 | Air kelapa muda             | 17  | 0,2  | 0,1  | 3,8  | 1000  |



|     |                              |     |      |      |      |       |
|-----|------------------------------|-----|------|------|------|-------|
| 73  | Kemangi                      | 46  | 4,0  | 0,5  | 8,9  | 1500  |
| 74  | Ikan Kembung                 | 103 | 22,0 | 1,0  | 0,0  | 3350  |
| 75  | Kemiri                       | 636 | 19,0 | 63,0 | 8,0  | 2300  |
| 76  | Kenari                       | 657 | 15,0 | 66,0 | 13,0 | 1300  |
| 77  | Kentang                      | 83  | 2,0  | 0,1  | 19,1 | 1350  |
| 78  | Kepiting                     | 151 | 13,8 | 3,8  | 14,1 | 35650 |
| 79  | Kerang                       | 59  | 8,0  | 1,1  | 3,6  | 2750  |
| 80  | Kesemek                      | 78  | 0,8  | 0,4  | 20,0 | 850   |
| 81  | Ketela pohon<br>(singkong)   | 146 | 1,2  | 0,3  | 34,7 | 650   |
| 82  | Ketimun                      | 12  | 0,7  | 0,1  | 2,7  | 2800  |
| 83  | Kluwak                       | 273 | 10,0 | 24,0 | 13,5 | 1600  |
| 84  | Kool kembang                 | 25  | 2,4  | 0,2  | 4,9  | 5250  |
| 85  | Kool merah, kool<br>putih    | 24  | 1,4  | 0,2  | 5,3  | 1450  |
| 86  | Koro                         | 332 | 24,0 | 3,0  | 55,0 | 1650  |
| 87  | Kunyit                       | 63  | 2,0  | 2,7  | 9,1  | 450   |
| 88  | Kwaci                        | 515 | 30,6 | 42,1 | 13,8 | 2850  |
| 89  | Labu air                     | 17  | 0,6  | 0,2  | 3,8  | 950   |
| 90  | Labu siam                    | 26  | 0,6  | 0,1  | 6,7  | 1350  |
| 91  | Lamtoro                      | 336 | 23,8 | 1,2  | 59,7 | 2100  |
| 92  | Lele                         | 372 | 7,8  | 36,3 | 3,5  | 2100  |
| 93  | Lemuru                       | 112 | 20,0 | 3,0  | 0,0  | 2100  |
| 94  | Lobak                        | 19  | 0,9  | 0,1  | 4,2  | 1100  |
| 95  | Macaroni                     | 363 | 8,7  | 0,4  | 78,7 | 1500  |
| 96  | Madu                         | 294 | 0,3  | 0,0  | 79,5 | 7500  |
| 97  | Maizena ( pati<br>jagung )   | 343 | 0,3  | 0,0  | 85,0 | 3850  |
| 98  | Mangga gedong                | 44  | 0,7  | 0,2  | 11,2 | 4650  |
| 99  | Mangga<br>harumanis          | 46  | 0,4  | 0,2  | 11,9 | 4100  |
| 100 | Mangga muda                  | 59  | 0,5  | 0,4  | 15,1 | 1000  |
| 101 | Manggis                      | 63  | 0,6  | 0,6  | 15,6 | 2950  |
| 102 | Margarin                     | 720 | 0,6  | 81,0 | 0,4  | 2500  |
| 103 | Melinjo                      | 66  | 5,0  | 0,7  | 13,3 | 850   |
| 104 | Mentega                      | 725 | 0,5  | 81,6 | 1,4  | 1250  |
| 105 | Minyak kelapa                | 870 | 1,0  | 98,0 | 0,0  | 6200  |
| 106 | Mujahir                      | 89  | 18,7 | 1,0  | 0,0  | 2900  |
| 107 | Nangka muda                  | 51  | 2,0  | 0,4  | 11,3 | 1300  |
| 108 | Belut                        | 303 | 14,0 | 27,0 | 0,0  | 3750  |
| 109 | Pare (paria)                 | 29  | 1,1  | 0,3  | 6,6  | 1300  |
| 110 | Pati singkong<br>( tapioka ) | 362 | 0,5  | 0,3  | 86,9 | 1100  |
| 111 | Pisang ambon                 | 99  | 1,2  | 0,2  | 25,8 | 750   |

|     |                          |     |      |      |      |       |
|-----|--------------------------|-----|------|------|------|-------|
| 112 | Pisang raja              | 120 | 1,2  | 0,2  | 31,8 | 2450  |
| 113 | Rambutan                 | 69  | 0,9  | 0,1  | 18,1 | 1500  |
| 114 | Rebung                   | 27  | 2,6  | 0,3  | 5,2  | 2750  |
| 115 | Roti putih               | 248 | 8,0  | 1,2  | 50,0 | 2300  |
| 116 | Salak                    | 77  | 0,4  | 0,0  | 20,9 | 2100  |
| 117 | Sawi                     | 22  | 2,3  | 0,3  | 4,0  | 750   |
| 118 | Sawo                     | 92  | 0,5  | 1,1  | 22,4 | 1600  |
| 119 | Selada                   | 15  | 1,2  | 0,2  | 2,9  | 2500  |
| 120 | Selada air               | 17  | 1,7  | 0,3  | 3,0  | 2000  |
| 121 | Seledri                  | 20  | 1,0  | 0,1  | 4,6  | 2100  |
| 122 | Semangka                 | 28  | 0,5  | 0,2  | 6,9  | 700   |
| 123 | Sidat                    | 81  | 11,4 | 1,9  | 3,8  | 21500 |
| 124 | Sirsak                   | 65  | 1,0  | 0,3  | 16,3 | 1950  |
| 125 | Srikaya                  | 101 | 1,7  | 0,6  | 25,2 | 2200  |
| 126 | Susu kambing             | 64  | 4,3  | 2,3  | 6,6  | 5400  |
| 127 | Susu sapi                | 61  | 3,2  | 3,5  | 4,3  | 7500  |
| 128 | Tahu                     | 68  | 7,8  | 4,6  | 1,6  | 1700  |
| 129 | Talas                    | 98  | 1,9  | 0,2  | 23,7 | 3200  |
| 130 | Telur ayam               | 162 | 12,8 | 11,5 | 0,7  | 1500  |
| 131 | Telur bebek (telur itik) | 189 | 13,1 | 14,3 | 0,8  | 1700  |
| 132 | Telur puyuh              | 168 | 12,3 | 12,7 | 1,2  | 1800  |
| 133 | Tempe kedelai            | 201 | 20,8 | 8,8  | 13,5 | 1000  |
| 134 | Tenggiri                 | 109 | 21,5 | 2,6  | 0,0  | 1200  |
| 135 | Tepung beras             | 364 | 7,0  | 0,5  | 80,0 | 950   |
| 136 | Tepung garut             | 355 | 0,7  | 0,2  | 85,2 | 11500 |
| 137 | Tepung hunkwee           | 364 | 4,5  | 1,0  | 83,5 | 14500 |
| 138 | Tepung sagu              | 353 | 0,7  | 0,2  | 84,7 | 1250  |
| 139 | Tepung terigu            | 333 | 9,0  | 1,0  | 77,2 | 1000  |
| 140 | Teri                     | 74  | 10,3 | 1,4  | 4,1  | 8500  |
| 141 | Terong                   | 24  | 1,1  | 0,2  | 5,5  | 950   |
| 142 | Tomat muda               | 23  | 2,0  | 0,7  | 2,3  | 800   |
| 143 | Ubi jalar kuning         | 114 | 0,8  | 0,5  | 26,7 | 850   |
| 144 | Ubi jalar merah          | 123 | 1,8  | 0,7  | 27,9 | 850   |
| 145 | Ubi jalar putih          | 123 | 1,8  | 0,7  | 27,9 | 850   |
| 146 | Ubi manis                | 83  | 1,5  | 0,2  | 18,8 | 750   |
| 147 | Udang segar              | 91  | 21,0 | 0,2  | 0,1  | 8500  |
| 148 | Wijen                    | 568 | 19,3 | 51,1 | 18,1 | 1500  |
| 149 | Wortel                   | 42  | 1,2  | 0,3  | 9,3  | 1000  |
| 150 | Yoghurt                  | 52  | 3,3  | 2,5  | 4,0  | 7500  |