

PENENTUAN KOMPOSISI BAHAN MAKANAN BAGI PENDERITA DIABETES MELITUS MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

¹Kaleb Dwi Ananda Putra Christanto Efendi, ²Rosita Herawati
^{1,2}Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer, Universitas
Katolik Soegijapranata
¹mekaleb39@gmail.com, ²rosita@unika.ac.id

ABSTRACT

Diabetes is a chronic disease that occurs when the pancreas does not produce enough insulin or when the body cannot effectively use the insulin it produces. Insulin is a hormone that regulates blood sugar. The composition of food ingredients is very important for diabetics. In determining optimal food combinations especially for diabetics are still very difficult if done manually. To solve this problem, this project used genetic algorithms. With existing food data, food combinations can be made to suit the needs of each patient. Making this project using java programming. The test is done twice, where each test is done with 2 different choices. Optimal results are obtained from Elitism Selection and also a faster time.

Keywords: Genetic Algorithm, Diabetes, Decision Support System

PENDAHULUAN

Penyakit diabetes melitus merupakan salah satu penyakit yang tidak boleh dianggap remeh, karena penyakit ini dapat dibilang cukup berbahaya, bahkan penyakit ini dapat membawa kematian. Diabetes melitus disebabkan karena adanya penumpukan glukosa darah akibat ketidakmampuan tubuh untuk memproduksi insulin. Penyakit diabetes biasanya terjadi atau menyerang pada orang-orang yang tidak memiliki kontrol dalam konsumsi makanannya. Hal ini menjadikan kebutuhan gizi yang tidak seimbang atau tidak tercukupi, sehingga dapat mengakibatkan kelainan dalam tubuh untuk memproduksi suatu hormon. Dalam hal ini banyak masyarakat pada umumnya kurang memperhatikan akan kebutuhan gizi yang seimbang yang diperlukan oleh tubuh. Penentuan menu makanan merupakan salah satu faktor penting untuk mencukupi kebutuhan gizi yang diperlukan oleh tubuh terutama bagi pasien penderita diabetes. Penentuan komposisi bahan makanan susah dilakukan secara manual karena kandungan dari tiap-tiap bahan makanan yang berbeda.

Dalam perhitungannya penentuan komposisi bahan makanan jika dilakukan secara manual hasilnya akan kurang maksimal. Maka dibutuhkan perhitungan yang lebih akurat untuk menentukan komposisi bahan makanan yang diperlukan oleh penderita diabetes. Project ini menggunakan pendekatan algoritma genetika karena algoritma ini sangat cocok untuk menyelesaikan kasus yang membutuhkan optimasi. Sedangkan untuk struktur data yang digunakan adalah berbentuk arraylist.

Dengan adanya project ini pasti mendapatkan hasil yang optimal, sesuai dengan apa yang diharapkan yaitu berupa komposisi bahan makanan yang seharusnya dikonsumsi oleh penderita diabetes untuk mencukupi kebutuhan gizinya.

LANDASAN TEORI

Keseimbangan nutrisi adalah hal yang paling penting, terutama bagi orang yang menderita diabetes melitus. Konsumsi yang seimbang antara karbohidrat, protein, dan lemak dapat membantu mencapai kadar gula darah yang seharusnya. Selain dari itu, serat juga dapat membantu untuk mengontrol kadar glukosa darah.

Jumlah serat yang dikonsumsi untuk penderita diabetes tidak berbeda dengan jumlah serat yang dikonsumsi untuk masyarakat. Setiap hari harus ada serat yang dikonsumsi minimal 15 - 20 gram / 1000 kkal. Hal lain yang tidak kalah pentingnya adalah pengaturan dalam mengonsumsi karbohidrat, lemak dan serat di setiap kali makan. Ini dapat membantu penderita diabetes untuk mengontrol glukosa darah [1].

Karbohidrat, protein, dan lemak adalah contoh dari hal-hal yang dapat menentukan jumlah energi seseorang. Setiap 1 gram karbohidrat dan protein masing-masing menghasilkan 4 kkal sedangkan 1 gram lemak menghasilkan 9 kkal. Untuk penderita diabetes memiliki rekomendasi untuk konsumsi karbohidrat, protein, dan lemak yang harus dipenuhi. Untuk karbohidrat dibutuhkan 45 - 65%, protein 10 - 15%, dan lemak kurang dari 30% [2].

Dalam hal ini penderita diabetes dapat mengonsumsi lemak jenuh paling banyak 7%. Jumlah protein yang harus dikonsumsi penderita diabetes tidak berbeda dengan jumlah protein di masyarakat. "Untuk penderita diabetes, komposisi makronutrien yang disarankan adalah karbohidrat 45 - 60%, protein 10 - 20%, *Cis-monounsaturated fat* 10 - 20%, *polyunsaturated fat* 5 - 10% dan *saturated / trans-fat* 5 - 10%" kata [3].

Unsur yang harus hadir dalam menentukan kebutuhan gizi bagi masyarakat pada umumnya adalah karbohidrat (ini adalah unsur paling penting), protein, dan lemak. Setidaknya dengan adanya ketiga unsur ini, dapat ditentukan komposisi bahan makanan sehari-hari dengan menggunakan algoritma genetika. "Algoritma genetika dapat menghasilkan komposisi bahan makanan yang optimal untuk mencukupi kebutuhan gizi dalam 1 hari" [4].

Dalam ilmu komputer dikenal sebuah algoritma untuk melakukan optimasi dari sebuah permasalahan bernama algoritma genetika. Algoritma genetika adalah algoritma yang dapat digunakan untuk melakukan optimasi pada permasalahan yang tidak dibatasi menjadi permasalahan yang dibatasi [5].

Algoritma genetika telah berhasil diimplementasikan dalam menentukan komposisi bahan makanan untuk pasien gagal ginjal. Sedangkan untuk perhitungan sedikit berbeda dengan perhitungan penderita diabetes [6].

Algoritma genetika umumnya digunakan dalam kondisi yang membutuhkan optimalisasi. Contohnya adalah optimasi lahan pertanian, optimasi penjadwalan, atau bahkan optimalisasi untuk

menyelesaikan TSP (Traveling Salesman Problem). "Hasilnya dikatakan optimal jika menu makanan yang dihasilkan tidak melebihi batas kalori harian penderita diabetes" [7].

Dalam jurnal milik Zuliyana et al. [8], menjelaskan bahwa "*Genetic algorithm are selection evolution operations that work probabilistically against several possible solutions to make genetic algorithm very effective in global optimization*".

Dalam jurnal yang milik Sutrisno et al. [9], menjelaskan bahwa "Algoritma Genetika memiliki keuntungan bahwa salah satunya adalah dapat memecahkan masalah dengan banyak variabel, dari variabel kontinyu dan diskrit atau keduanya".

Setelah semua penelitian sebelumnya disajikan, proyek ini menjelaskan bahwa apa yang akan dibuat adalah DETERMINING OF FOOD INGREDIENTS FOR PEOPLE WITH DIABETES MELLITUS USING GENETIC ALGORITHM. Komposisi bahan makanan dalam hal ini menggunakan substitusi untuk mengatur bahan makanan yang memiliki kandungan nutrisi yang sama dan mudah didapat.

METODOLOGI PENELITIAN

Masalah dalam menentukan komposisi bahan makanan yang dapat dikonsumsi untuk diabetes dapat diselesaikan dengan menggunakan pendekatan algoritma genetika. Berikut ini adalah langkah-langkahnya:

Mengumpulkan Data

Data yang digunakan bersumber dari www.hallosehat.com, <https://mobile.fatsecret.co.id>, panganku.org. Beberapa tautan yang telah disebutkan dapat diperoleh data tentang jenis makanan beserta kandungan nutrisi di dalamnya, selain itu juga terdapat jenis makanan apa saja yang boleh dikonsumsi oleh penderita diabetes. Data diambil dalam bentuk nilai karbohidrat, protein, lemak, natrium, serat, dan gula dari jenis-jenis makanan yang dapat dikonsumsi oleh penderita diabetes.

Mengumpulkan dan Menganalisa Jurnal

Beberapa jurnal diperlukan sebagai referensi untuk membuat proyek ini. Jurnal juga berguna sebagai panduan dan dapat digunakan untuk memperkuat proyek. Jurnal yang diperoleh bersumber dari www.google.scholar.com.

Implementasi

Bagian selanjutnya adalah pembuatan program. Program ini dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman java. Pembuatan program dilakukan mengikuti langkah-langkah sesuai dengan algoritma genetika.

Pengujian

Tahapan ini perlu dilakukan untuk menghindari kesalahan dalam hasil program yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan mengubah nilai batas generasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Orang biasa membutuhkan kalori setiap hari yang harus dipenuhi karena kalori adalah sumber energi untuk semua orang. Jumlah kalori yang diperoleh dari jumlah nutrisi dalam makanan yang dikompresi. Untuk penderita diabetes makanan yang dibutuhkan berbeda dengan masyarakat umum, penderita diabetes harus mengkonsumsi makanan yang mengandung nutrisi dengan batas tertentu, tetapi tetap memenuhi kebutuhan kalori mereka. Nah bagi orang-orang, terutama penderita diabetes, biasanya sulit untuk menentukan apa yang akan dikonsumsi, seperti makanan pokok apa kemudian dengan apa jenis lauk dan sayuran begitu juga jenis buah apa yang direkomendasikan, sehingga jumlah nutrisi dari makanan yang dikonsumsi dapat memenuhi kebutuhan kalori yang dibutuhkan, tetapi tetap pada batasan yang ada. Oleh karena itu, keberadaan proyek ini berguna untuk membantu dalam menentukan komposisi makanan dengan kombinasi yang berbeda, tetapi tetap memperhatikan batasan yang direkomendasikan. Jumlah kalori yang dibutuhkan untuk penderita diabetes untuk pria berbeda dengan jumlah kalori untuk wanita. Berikut ini adalah perhitungan untuk menentukan jumlah kalori untuk pria dan wanita [10].

Rumus menghitung kalori pria :

$$66 + (13.7 \times \text{beratBadan}) + (5 \times \text{tinggiBadan}) - (6.8 \times \text{usia}) \quad (1)$$

Rumus menghitung kalori wanita :

$$655 + (9.6 \times \text{beratBadan}) + (1.7 \times \text{tinggiBadan}) - (4.7 \times \text{usia}) \quad (2)$$

Kemudian setelah kita mendapat jumlah kalori yang dibutuhkan untuk penderita diabetes, maka selanjutnya adalah mengetahui batas kandungan nutrisi dari setiap makanan yang dikonsumsi.

Tabel 1. Contoh Menentukan Batas Nutrisi

Nama Nutrisi	Minimum	Maximum
Karbohidrat	$\frac{0.45 \times \text{totalKalori}}{4}$	$\frac{0.65 \times \text{totalKalori}}{4}$
Lemak	$\frac{0.2 \times \text{totalKalori}}{9}$	$\frac{(0.25 \times \text{totalKalori})}{9}$
Protein	$\frac{0.1 \times \text{totalKalori}}{4}$	$\frac{0.15 \times \text{totalKalori}}{4}$

Selain nutrisi diatas masih terdapat nutrisi lain yang digunakan, namun cara penentuannya sedikit berbeda dengan contoh Tabel 1 diatas. Setelah menjelaskan perhitungan kalori dan batas nutrisi, sekarang akan membahas bagian penyimpanan data. Dalam proyek ini, penyimpanan menggunakan struktur data arraylist. Cara penyimpanan dilakukan dengan mengelompokkan makanan sesuai dengan kategori makanan. Dalam proyek ini kategori dibagi menjadi 4 jenis, yaitu makanan pokok, lauk, sayuran, dan buah. Contoh kategori makanan pokok hanya untuk menyimpan makanan pokok, lauk pauk hanya untuk menyimpan lauk, dan lain-lain. Ada 51 data

makanan dalam proyek ini. Data yang digunakan tiap porsi per makanan. Setelah menyimpan data ke dalam arraylist, sekarang masuk ke bagian dari algoritma genetika.

Membangkitkan Populasi Acak

Pertama dengan membangkitkan populasi secara acak dengan model populasi yang digunakan adalah 1 populasi yang terdiri dari 4 kromosom. Setiap kromosom mewakili masing-masing kategori makanan.

Penghitungan Nilai Fitness

Lalu setelah membangkitkan populasi awal, maka lanjut ke bagian evaluasi. Bagian evaluasi adalah perhitungan nilai fitness. Nilai fitness di sini berfungsi untuk menunjukkan kualitas kromosom suatu populasi. Rumus yang digunakan dalam proyek ini untuk menghitung nilai fitness adalah .

$$fitness = \frac{1}{\sum(totalNutrition)} \quad (3)$$

Proses Crossover

Setelah mendapatkan nilai fitness terbaik, proses crossover dilakukan untuk mendapatkan kromosom baru dengan melakukan kawin silang antara 2 kromosom secara acak dengan titik potong tertentu yang didapat secara acak juga. Metode crossover dalam proyek ini menggunakan One-Point Crossover. Setelah didapat 2 kromosom acak beserta titik potongnya, lalu tentukan kromosom induk dan anak. Maka selanjutnya membuat kromosom baru dengan isi awal dari kromosom baru adalah induk sampai titik potong dan sisanya diisi dengan anak.



Gambar 1. Proses Crossover

Hasil dari proses crossover tersebut pada Gambar 1 akan digunakan untuk proses selanjutnya yaitu mutasi.

Proses Mutasi

Mutasi dilakukan dengan secara acak bertukar individu pada kromosom yang sama. Metode mutasi menggunakan *Exchange Mutation*. Tetapi mutasi dalam proyek ini berbeda dikarenakan penyimpanannya dalam 1 populasi terdiri dari 4 kromosom dengan kategori yang berbeda, jadi mutasi pada proyek ini dilakukan dengan bertukar individu dengan 2 kromosom secara acak dengan syarat bahwa pertukaran individu harus dengan kategori makanan yang sama.

Chromosome A



Chromosome B



Gambar 2. Proses Mutasi

Jadi hasil proses crossover dan mutasi akan membentuk kromosom baru yang disimpan pada populasi yang lebih panjang dari populasi asli.

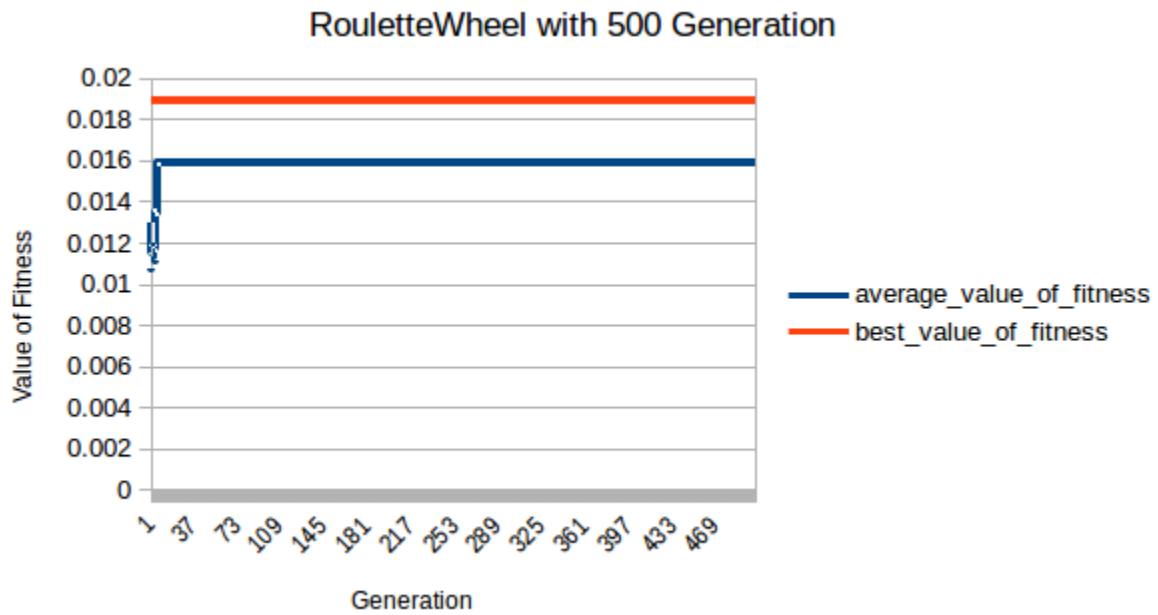
Proses Seleksi

Kemudian setelah proses crossover dan mutasi kemudian masuk ke tahap seleksi. Kromosom yang digunakan dalam tahap seleksi ini adalah kromosom baru yang merupakan hasil dari proses crossover dan mutasi. Ada 2 jenis seleksi yang digunakan dalam proyek ini, yaitu *Elitism Selection* dan *RouletteWheel Selection*, sehingga nantinya pengguna dapat memilih sendiri pilihan yang diinginkan. Seleksi Elitisme adalah seleksi yang mencari individu terbaik dan mempertahankannya, jadi untuk generasi berikutnya individu ini akan tetap ada. Sedangkan seleksi RouletteWheel memiliki ide yaitu setiap individu memiliki kesempatan yang sama menjadi individu untuk populasi selanjutnya. Jika nilai fitness lebih besar dari nilai angka acak, maka individu akan menjadi generasi berikutnya sebagai populasi awal.

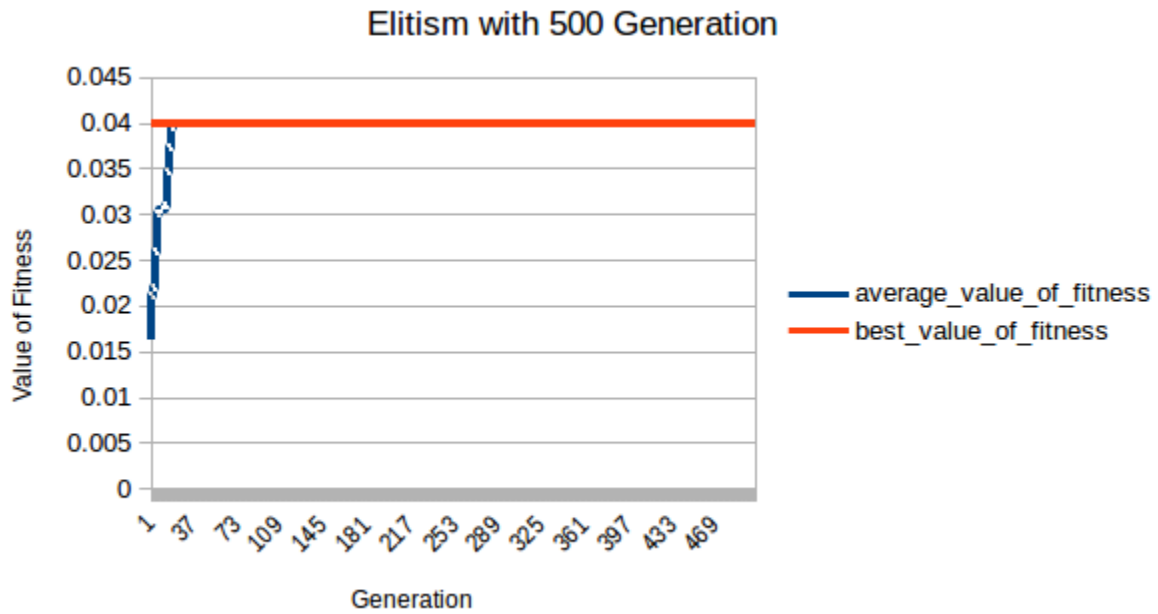
Kelima proses diatas dilakukan perulangan sebanyak jumlah generasi yang ada. Setelah selesai melakukan perulangan tersebut maka akan didapat komposisi makanan yang optimal. Untuk memastikan hasilnya maka dilakukan pengujian.

Data pengujian :

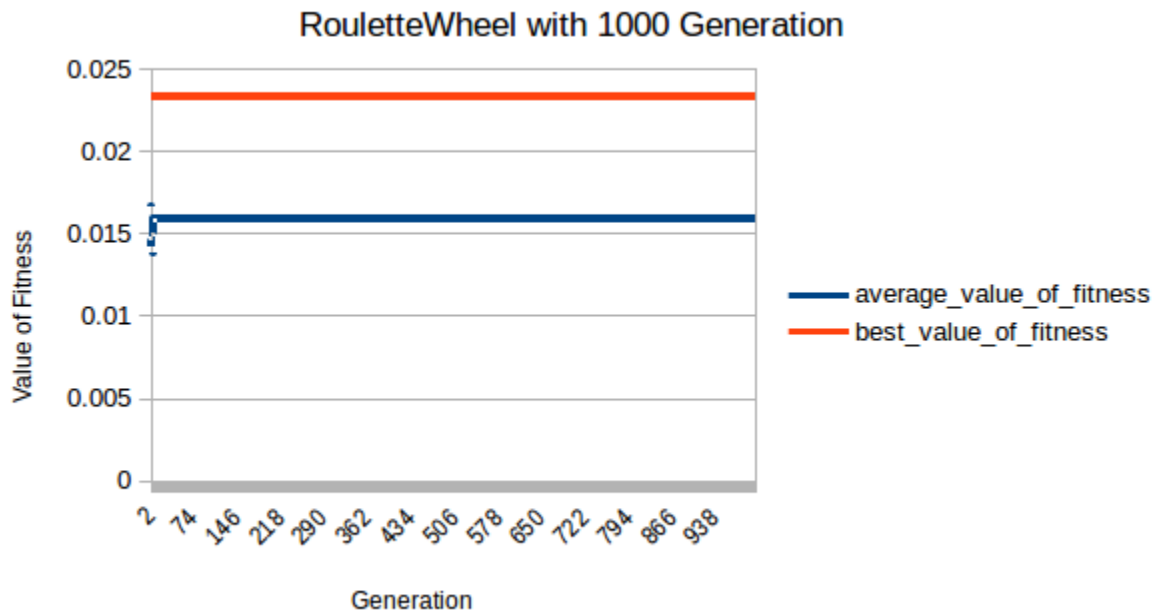
- Nama Penderita : Rani
- Umur : 53 tahun
- Jenis Kelamin : Perempuan
- Tinggi : 157 cm
- Berat : 66 kg
- Banyak Generasi : 500 & 1000
- Tipe Seleksi : RouletteWheel & Elitism



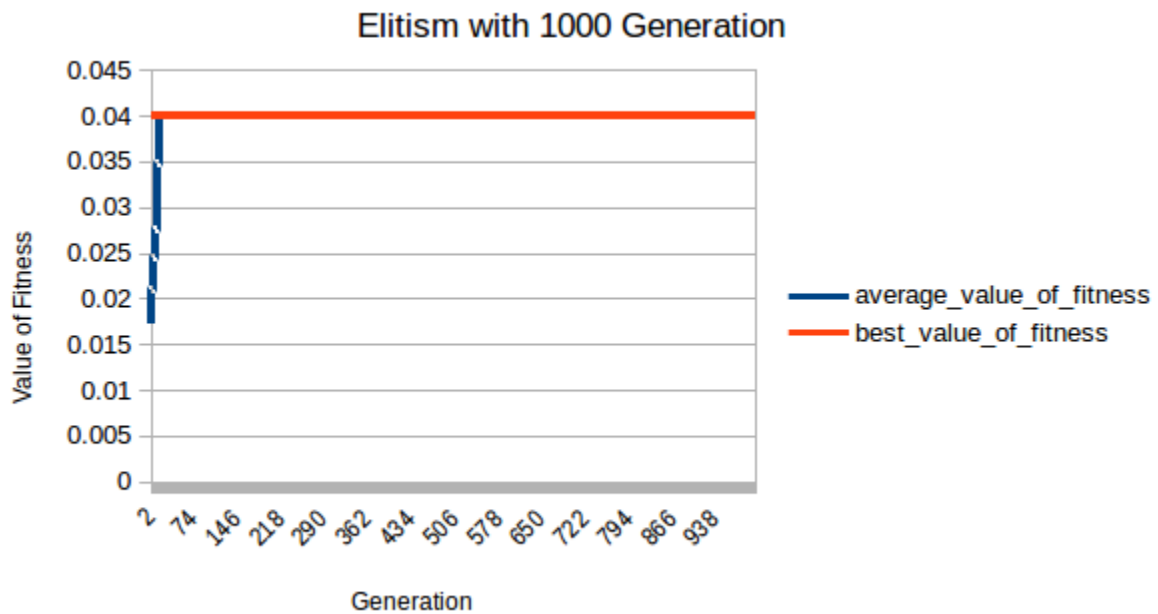
Gambar 3. Pengujian dengan Seleksi RouletteWheel (500 Generasi)



Gambar 4. Pengujian dengan Seleksi Elitism (500 Generasi)



Gambar 5. Pengujian dengan Seleksi RouletteWheel (1000 Generasi)



Gambar 6. Pengujian dengan Seleksi Elitism (1000 Generasi)

Dari pengujian kedua seleksi dengan masing – masing dilakukan sebanyak 2 generasi, maka didapat kesimpulan bahwa seleksi RouletteWheel memiliki hasil dimana rata – rata nilai fitness akan cenderung dinamik, sebaliknya dengan seleksi Elitism memiliki hasil dimana rata – rata nilai fitness cenderung konstan (dalam arti naik selalu).

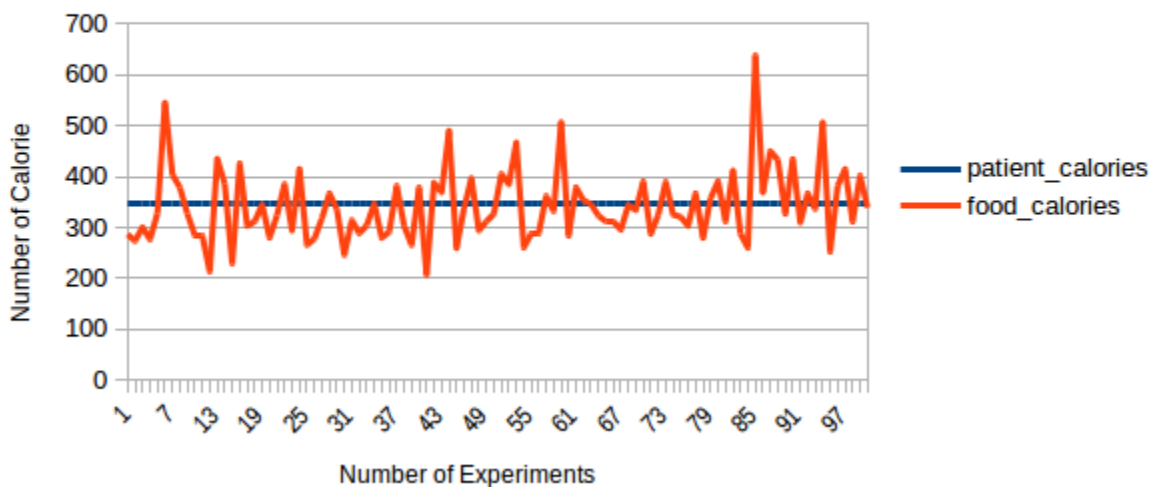
Tabel 2. Hasil Pengujian

	500 Generasi		1000 Generasi	
	<i>RouletteWheel</i>	<i>Elitism</i>	<i>RouletteWheel</i>	<i>Elitism</i>
Nilai Fitness Terbaik	0.0188679.....	0.04	0. 02325.....	0. 04
Rata-Rata Nilai Fitness	0.0126119...	0.01619...	0.01422...	0.01726...
	0.0118017...	0.02396...	0.01664...	0.02577...
	0.0158690...	0.03049...	0.01379...	0.03360...
Kalori	326 kkal	330 kkal	366.0 kkal	334.0 kkal
Waktu	0.274 detik	0.28 detik	1.118 detik	0.564 detik

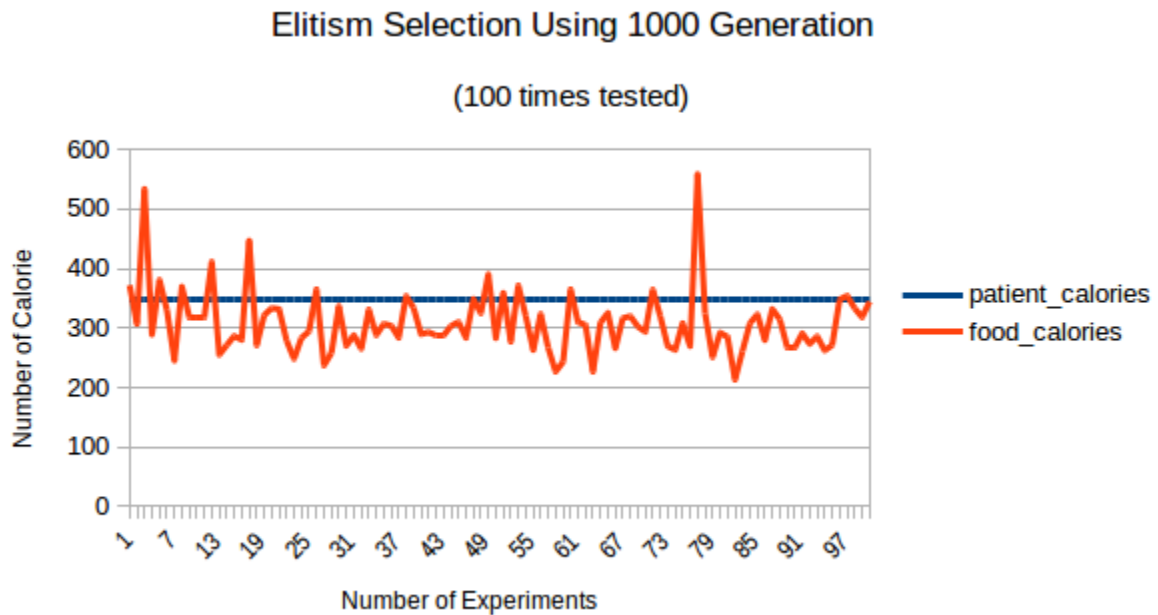
Untuk lebih memastikan hasil yang didapat maka dilakukan pengujian kembali. Pengujian dilakukan terhadap masing – masing seleksi dengan 1000 generasi. Masing – masing seleksi akan dilakukan dengan 100 kali percobaan.

RouletteWheel Selection Using 1000 Generation

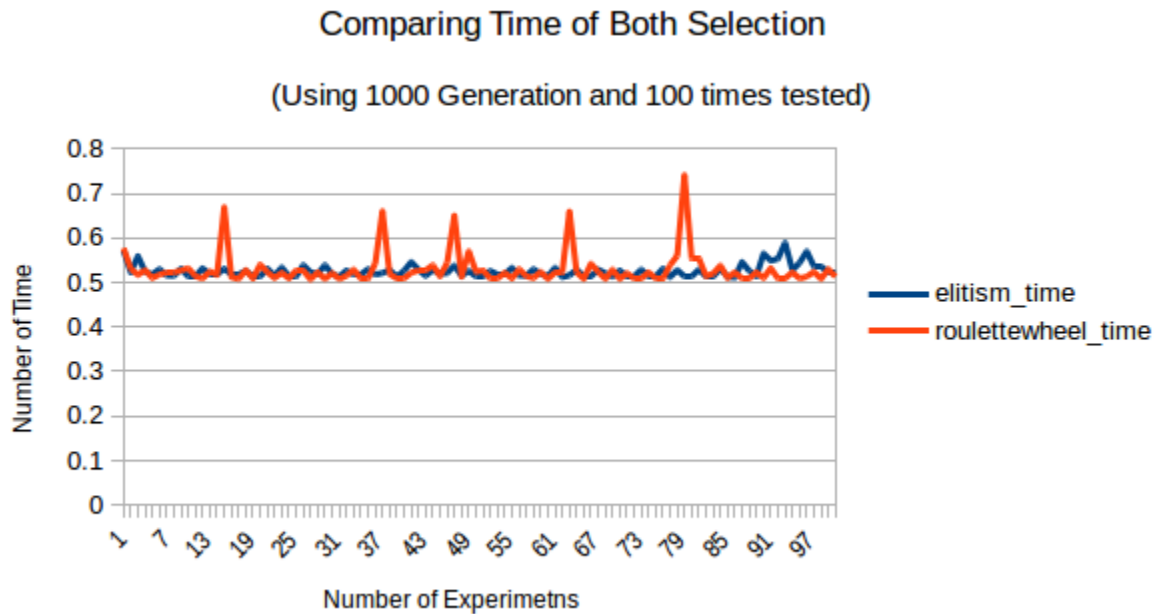
(100 times tested)



Gambar 7. Hasil Pengujian Seleksi RouletteWheel dengan 100 Generasi (100 kali)



Gambar 8. Hasil Pengujian Seleksi Elitism dengan 100 Generasi (100 kali)



Gambar 9. Perbandingan Waktu dari Kedua Seleksi

Dari hasil grafik diatas maka, dapat diketahui bahwa jika dilihat dari kecepatan, akan lebih cepat menggunakan seleksi Elitism dengan perbedaan persentase 0.00374%, selain itu jika dilihat dari sisi optimasi, keduanya cukup optimal tetapi akan lebih optimal jika menggunakan seleksi Elitism dengan persentase 36%.

KESIMPULAN

Program dari proyek ini bertujuan untuk menentukan komposisi bahan makanan untuk penderita diabetes dengan parameter yang digunakan adalah usia, jenis kelamin, tinggi badan, dan berat badan dari penderita diabetes. Program ini menerapkan algoritma genetika. Untuk menghitung kalori pasien digunakan rumus berdasarkan Harris Benedict. Dengan mengetahui data penderita diabetes, maka dengan algoritma genetika dapat ditentukan kombinasi makanan. Dalam program ini pengguna dapat menentukan banyak generasi sesuai keinginan, selain itu seleksi yang disediakan adalah 2 macam, yaitu seleksi Elitism dan seleksi RouletteWheel. Hasil seleksi Elitism akan selalu paralel karena prinsip pemilihan Elitism adalah mencari individu terbaik sebagai populasi berikutnya, sedangkan hasil seleksi RouletteWheel akan sangat banyak, bisa naik ataupun turun, karena prinsip seleksi RouletteWheel memungkinkan setiap individu menjadi populasi di generasi berikutnya. Hasil akurasi untuk menentukan komposisi bahan makanan bagi penderita diabetes adalah optimal dengan seleksi Elitism. Selain itu seleksi Elitism lebih cepat daripada seleksi RouletteWheel. Hasil yang disajikan tidak hanya kombinasi makanan saja, tetapi juga disediakan makanan substitusinya. Hasil kombinasi makanan dan kecepatan juga tergantung pada perangkat keras dimana program dijalankan.

Saran untuk penelitian lebih lanjut adalah menggunakan *Turnament Selection* untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal. Selain itu perhitungan untuk mendapatkan kalori dapat dicoba menggunakan perhitungan berdasarkan Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Perhitungan yang disarankan ini lebih baru dan perhitungannya terdiri atas beberapa macam menurut umur.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Azrimaidaliza, "ASUPAN ZAT GIZI DAN PENYAKIT DIABETES MELLITUS," *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*, vol. 6, no. 1, Art. no. 1, Sep. 2011, doi: 10.24893/jkma.v6i1.86.
- [2] S. A. Gajati, "DEPARTEMEN ILMU KEPERAWATAN FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG, APRIL 2017."
- [3] F. A. Tumiwa and Y. A. Langi, "TERAPI GIZI MEDIS PADA DIABETES MELITUS," *JURNAL BIOMEDIK : JBM*, vol. 2, no. 2, Art. no. 2, 2010, doi: 10.35790/jbm.2.2.2010.846.
- [4] T. Rismawan and S. Kusumadewi, "Aplikasi Algoritma Genetika untuk Penentuan Komposisi Bahan Pangan Harian," *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)*, vol. 0, no. 0, Art. no. 0, 2007, Accessed: May 15, 2021. [Online]. Available: <https://journal.uii.ac.id/Snati/article/view/1756>
- [5] S. Rajeev and C. S. Krishnamoorthy, "Discrete Optimization of Structures Using Genetic Algorithms," *Journal of Structural Engineering*, vol. 118, no. 5, pp. 1233–1250, May 1992, doi: 10.1061/(ASCE)0733-9445(1992)118:5(1233).
- [6] A. R. T. Lestari, U. Rofiqoh, S. Robbana, W. E. Nurjanah, U. L. Wulandari, and I. Cholissodin, "Penentuan Komposisi Bahan Makanan Bagi Penderita Gagal Ginjal Akut Dengan Algoritma Genetika," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 4, no. 1, Art. no. 1, Jan. 2017, doi: 10.25126/jtiik.201741231.

- [7] M. M. dan R. P. dan S. Wicaksono, “Optimasi Komposisi Makanan Pada Penderita Diabetes Melitus dan Komplikasinya Menggunakan Algoritma Genetika,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 1, no. 4, pp. 270–281, 2017.
- [8] N. Zuliyana, J. Endro Suseno, and K. Adi, “The Decision Support System (DSS) Application to Determination of Diabetes Mellitus Patient Menu Using a Genetic Algorithm Method,” in *E3S Web of Conferences*, 2018, vol. 31, p. 10006. doi: 10.1051/e3sconf/20183110006.
- [9] S. N. dan I. C. dan S. Sutrisno, “Penyusunan Bahan Makanan Keluarga Penderita Penyakit Hiperkolesterolemia Menggunakan Algoritme Genetika,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 8, pp. 2979–2986, 2017.
- [10] M. Ajidarma, “APLIKASI PERHITUNGAN KEBUTUHAN KALORI DAN PERHITUNGAN KALORI DARI MAKANAN YANG DIKONSUMSI.”