

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/311804289>

Implementasi Algoritma Genetika Pada Optimasi Biaya Pemenuhan Kebutuhan Gizi

Article · July 2014

CITATIONS

6

READS

1,413

3 authors, including:



Wayan Firdaus Mahmudy

Brawijaya University

230 PUBLICATIONS 747 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Candra Dewi

Brawijaya University

41 PUBLICATIONS 35 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



RAINFALL FORECASTING [View project](#)



Identifying Quality of Patchouli Leaves through Its Leave Image Using Learning Vector Quantization [View project](#)

IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA PADA OPTIMASI BIAYA PEMENUHAN KEBUTUHAN GIZI

Monica Intan Pratiwi¹, Wayan Fidaus Mahmudy, Candra Dewi
Teknik Informatika, Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya

¹Email : monicaintanpratiwi@yahoo.com

ABSTRAK

Masalah pemenuhan kebutuhan gizi pada manusia adalah suatu permasalahan yang sangat penting. Terdapat tiga macam unsur gizi yang dapat memberikan kalori bagi tubuh manusia, yaitu karbohidrat, lemak, dan protein. Selain itu, pengeluaran biaya juga menjadi masalah dalam pemenuhan kebutuhan gizi. Algoritma genetika adalah salah satu metode optimasi yang dapat menyelesaikan permasalahan kombinasi dalam menentukan bahan makanan yang memenuhi gizi dengan biaya minimum. Pada penelitian ini digunakan 125 data bahan makanan beserta harga dan kandungan gizinya yang akan digunakan untuk pengujian. Dari data tersebut akan dibentuk sebuah populasi dengan jumlah yang bervariasi. Setiap kromosom memiliki panjang (jumlah gen) yang berbeda, yaitu interval 5-15 gen. Masing-masing gen menyatakan indeks nomor bahan makanan. Banyak populasi yang optimal dari hasil uji coba adalah 40 populasi. Sedangkan banyak generasi yang optimal adalah 500 generasi. Nilai probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi didapatkan dari nilai rata-rata fitness terbaik yaitu 39140 dengan probabilitas *crossover* 0,4 dan probabilitas mutasi 0,6. Hasil akhir adalah kombinasi bahan makanan terbaik yang kandungan gizinya mencukupi dan memiliki biaya minimum.

Kata Kunci : Algoritma genetika, optimasi biaya, kebutuhan gizi

ABSTRACT

The compliance of nutrient needs is an important problem for humans. There are three kinds of nutrient elements that can give calorie to the human body, that are carbohydrate, fat, and protein. Moreover, cost expenses are also becoming a problem in fulfilling nutritional needs. Genetic algorithm is one of methods that can solve optimization problems in determining the food combinations that fulfill nutrition with minimum cost. This study used 125 food data with its price and nutritional content which will be used for testing. From these data will be established a population with varying amounts. Each chromosome has a different length (number of genes), that is 5-15 gene intervals. Each gene expressed index number groceries. The number of optimal population of the test results are 40 populations with 38 950 average fitness. Meanwhile the number of optimal generation is 500 generations with 38820 average fitness. The crossover rate and mutation rate values are obtained from the best of average fitness value that is 39030 with crossover probability of 0.4 and mutation probability of 0.6. The final result is a the best food combination that fullfill the nutritional content and have a minimum cost.

Keywords : Genetic algorithm, cost optimization, nutrient needs

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semua manusia pasti membutuhkan gizi untuk mempertahankan hidup, menunjang pertumbuhan, dan melakukan aktifitas fisik. Menurut [9] terdapat tiga macam unsur gizi yang dapat memberikan kalori bagi tubuh manusia, yaitu karbohidrat, lemak, dan protein. Agar bisa mendapatkan gizi yang optimal, tubuh manusia perlu mengonsumsi makanan sehari-hari yang mengandung zat gizi seimbang. Namun terkadang terdapat permasalahan dalam pengeluaran biaya. Pada saat biaya kebutuhan pokok naik, harga bahan makanan pun akan ikut naik. Hal tersebut akan mempengaruhi pengeluaran biaya dalam memenuhi kebutuhan gizi.

Pedoman Umum Gizi Seimbang (PUGS) adalah pedoman dasar tentang gizi seimbang yang disusun sebagai penuntun pada perilaku konsumsi makanan di masyarakat secara baik dan benar. Bahan makanan dikelompokkan berdasarkan tiga fungsi utama zat besi, yaitu sumber energi atau tenaga, sumber protein, dan sumber zat pengatur berupa sayuran buah. PUGS menganjurkan agar 60-75% kebutuhan energi diperoleh dari karbohidrat, 10-15% dari protein dan 10-15% dari lemak [1].

Kombinasi bahan makanan terbaik adalah bahan makanan yang memiliki jumlah kandungan gizi yang mendekati nilai dari jumlah kebutuhan gizi yang diperlukan. Selain itu, dari kombinasi tersebut akan dihasilkan biaya yang minimum. Diperlukan suatu cara agar dapat mengoptimalkan permasalahan dalam pemenuhan kebutuhan gizi dengan biaya yang minimum. Jika terdapat bahan makanan dengan biaya rendah dan kandungan gizi yang sama dengan bahan makanan dengan biaya tinggi, maka dapat dilakukan kombinasi agar dapat menekan biaya yang dikeluarkan tanpa mengurangi kandungan gizinya.

Pada penelitian [12] dan [14] menggunakan algoritma genetika untuk menentukan komposisi bahan makanan. Hasil dari kedua penelitian tersebut dalam menghasilkan komposisi bahan makanan yang mencukupi nutrisi mendekati optimal. Namun nilai fitness yang digunakan tidak memperhitungkan harga tiap bahan makanan dan penalti apabila terjadi pelanggaran dalam mencukupi kebutuhan gizi.

Algoritma genetika banyak digunakan dalam masalah optimasi dan mempunyai kemampuan untuk menghasilkan solusi yang baik untuk masalah-masalah rumit [6]. Pada penelitian ini

digunakan metode Genetika untuk mendapatkan hasil kombinasi kromosom terbaik dalam pemenuhan kebutuhan gizi dengan biaya minimum. Bahan makanan yang digunakan sebanyak 125, tiap bahan makanan dianggap sebagai gen. Bahan makanan tersebut masing-masing memiliki kandungan kalori, protein, lemak, karbohidrat, dan harga.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang masalah, maka rumusan masalah yang diselesaikan adalah :

1. Bagaimana representasi kromosom yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi biaya pemenuhan kebutuhan gizi dengan algoritma genetika.
2. Bagaimana pengaruh jumlah populasi dan jumlah generasi terhadap hasil optimasi biaya pemenuhan kebutuhan gizi dengan algoritma genetika.
3. Bagaimana peluang *crossover* dan peluang mutasi yang efektif dalam menyelesaikan permasalahan optimasi biaya pemenuhan kebutuhan energi.

1.3 Batasan Masalah

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

1. Kandungan gizi yang digunakan adalah jumlah kalori, karbohidrat, protein, dan lemak.
2. Panjang kromosom didapatkan secara random pada interval [5...15].
3. Harga yang digunakan adalah harga umum pada Kota Gresik.
4. Banyak bahan makanan yang digunakan sebanyak 125 bahan.

1.4 Tujuan

Dari identifikasi latar belakang dan batasan masalah yang ada maka tujuan penulisan skripsi ini adalah :

1. Menentukan representasi kromosom yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi biaya pemenuhan kebutuhan gizi dengan algoritma genetika
2. Mengukur pengaruh jumlah populasi dan jumlah generasi terhadap hasil optimasi biaya pemenuhan kebutuhan gizi.
3. Menentukan peluang *crossover* dan peluang mutasi yang efektif dalam menyelesaikan permasalahan optimasi biaya pemenuhan kebutuhan gizi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Algoritma Genetika

Algoritma Genetika atau *Genethic Algorithm* (GA) dikenalkan oleh John Holland dalam menyelesaikan masalah optimasi. GA mensimulasikan proses yang terjadi pada populasi alamiah yang merupakan hal yang penting dalam proses evolusi. Algoritma Genetika adalah metode pencarian yang meniru perumpamaan evolusi biologis alami untuk menentukan kromosom atau individu berkualitas tinggi dalam suatu kawasan berhingga potensial yang disebut populasi. Proses pemilihan individu dari suatu populasi dievaluasi berdasarkan fungsi *fitness*. Kromosom berwujud string tersebut merupakan calon pada setiap siklus operasi yang disebut generasi [10]. Struktur umum pada Algoritma Genetika menurut [4] yaitu :

1. Representasi kromosom.
2. Evaluasi dengan menghitung *fitness*.
3. Proses crossover untuk mendapatkan individu baru.
4. Proses mutasi yang berfungsi untuk meningkatkan variasi dalam populasi.
5. Proses seleksi untuk membentuk populasi baru.

2.2 Nilai Fitness

Nilai *fitness* adalah inversi dari biaya pelaksanaan kromosom. Nilai ini membedakan kualitas dari kromosom untuk mengetahui seberapa baik kromosom yang dihasilkan [2]. Fungsi *fitness* yang digunakan ditunjukkan pada persamaan (1) :

$$Fitness = \sum TotalHargaMax - \sum Harga - Penalti \quad (1)$$

Dimana :

$$Penalti = \alpha_1(Penalti_1) + \alpha_2(Penalti_2) + \alpha_3(Penalti_3) + \alpha_4(Penalti_4) \quad (2)$$

Parent1	12	14	81	58	82	4	53	72	49	32	22	50	66
Parent2	9	12	54	7	70	55	7	71	82	8			

offSpring1	12	14	81	58	82	4	53	72	49	8			
offSpring2	9	12	54	7	70	55	7	71	82	32	22	50	66

Gambar 1. Contoh proses *crossover*

2.4 Mutasi

Mutasi menciptakan individu baru dengan melakukan modifikasi satu atau lebih gen dalam individu yang sama. Mutasi berfungsi untuk menggantikan gen yang hilang dari populasi selama proses seleksi serta menyediakan gen yang tidak

Keterangan :

$\sum TotalHargaMax$ = Total harga dari 10 bahan makanan tertinggi

$\sum Harga$ = Total harga bahan makanan pada setiap kromosom

Penalti = Penalti jika total kandungan gizi < kebutuhan gizi

Penalti₁ = Penalti kalori

Penalti₂ = Penalti protein

Penalti₃ = Penalti lemak

Penalti₄ = Penalti karbohidrat

Fungsi Penalti_{1...4} yang digunakan ditunjukkan pada persamaan (3) :

$$Penalti_{1...4} = \begin{cases} 0, & TG \geq KG \\ KG - TG, & TG < KG \end{cases} \quad (3)$$

Keterangan :

TG = Total kandungan gizi pada bahan makanan

KG = Kebutuhan gizi yang diperlukan

2.3 Crossover

Proses perkawinan silang (*crossover*) berfungsi untuk menghasilkan keturunan dari dua buah kromosom induk yang terpilih. Kromosom anak yang dihasilkan merupakan kombinasi gen-gen yang dimiliki oleh kromosom induk.

Secara umum, mekanisme kawin silang 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 proses *crossover* ditunjukkan pada Gambar 1:

ada dalam populasi awal. Sehingga mutasi akan meningkatkan variasi populasi [4].

Pada penelitian ini, mutasi dilakukan dengan memilih beberapa elemen pada kromosom secara acak, dan mengganti isi elemen tersebut dengan nilai *random* sebanyak jumlah bahan makanan. Contoh proses mutasi ditunjukkan pada Gambar 2 :

Parent1	21	28	46	85	82	73	35	93	43
Parent2	51	2	83	32	3	48	16	23	76

off1	42	28	16	85	64	73	33	93	43
off2	44	12	83	6	3	48	16	19	76

Gambar 2. Contoh proses mutasi

2.5 Metode Seleksi *Elitis*

Proses seleksi bertanggung jawab untuk melakukan pemilihan terhadap individu yang hendak diikuti dalam proses reproduksi. Langkah pertama yang dilakukan dalam seleksi ini adalah pencarian nilai *fitness*. Seleksi mempunyai tujuan untuk memberikan kesempatan reproduksi yang lebih besar bagi anggota populasi yang mempunyai nilai *fitness* terbaik [5]. Menurut [14] metode seleksi *Elitis* adalah metode dimana individu-individu yang terpilih untuk menjadi generasi selanjutnya berdasarkan pada nilai *fitness* tertinggi. Individu tersebut akan dipertahankan untuk dibandingkan dengan individu hasil proses regenerasi.

2.6 Gizi

Istilah Gizi di Indonesia baru mulai dikenal sekitar tahun 1952-1955 sebagai terjemahan kata bahasa Inggris *nutrition*. Kata gizi berasal dari bahasa Arab “ghidza” yang berarti makanan. Menurut dialek Mesir, ghidza dibaca ghizi. Selain itu sebagian orang menerjemahkan *nutrition* dengan mengejanya sebagai nutrisi. Perkembangan ilmu gizi dan ilmu teknologi pangan mengikuti perkembangan masalah yang dihadapi manusia. Dari waktu ke waktu ilmu gizi menghadapi tantangan untuk dapat menentukan jenis dan kecukupan gizi yang optimal untuk mendukung kelangsungan hidup manusia yang makin panjang dan produktif. WHO menyatakan bahwa gizi adalah pilar utama dari kesehatan dan kesejahteraan sepanjang siklus kehidupan [12].

2.7 Persamaan Kebutuhan Gizi

Persamaan Harris Benedict dapat digunakan untuk menghitung *Total Energy Expenditure* (TEE) dalam memperkirakan kebutuhan kalori manusia [3]. Langkah pertama hitung Angka Metabolisme Basal (AMB) dengan persamaan 4 atau 5:

Angka Metabolisme Basal untuk Laki-laki :

$$Laki - laki = 66,5 + 13,7 BB + 5 TB - 6,8 U \quad (4)$$

Angka Metabolisme Basal untuk Perempuan :

$$Perempuan = 655 + 9,6 BB + 1,8 TB - 4,7 U \quad (5)$$

Keterangan :

BB = Berat Badan dalam kg

TB = Tinggi Badan dalam cm

U = Umur dalam tahun

Langkah kedua menentukan Aktivitas Fisik (AF). Aktivitas Fisik terbagi dalam 5 kelompok yang masing-masing memiliki faktor aktivitas, yaitu (1) istirahat total, faktor aktivitasnya 1; (2) sangat ringan, faktor aktivitasnya 1,3; (3) ringan, faktor aktivitasnya laki-laki 1,6 dan perempuan 1,5; (4) sedang, aktivitasnya laki-laki 1,7 dan perempuan 1,6; (5) berat, aktivitasnya laki-laki 2,1 dan perempuan 1,9; (6) sangat berat, aktivitasnya laki-laki 2,4 dan perempuan 2,2. Langkah ketiga yaitu menghitung *Total Energy Expenditure* (TEE) dengan persamaan 6:

$$TEE = AMB \times AF \quad (6)$$

Keterangan :

AMB = Angka Metabolisme Basal

AF = Aktivitas Fisik

Untuk menghitung protein digunakan persamaan 7 :

$$Protein = 25\% \times TEE \quad (7)$$

Untuk menghitung lemak digunakan persamaan 8 :

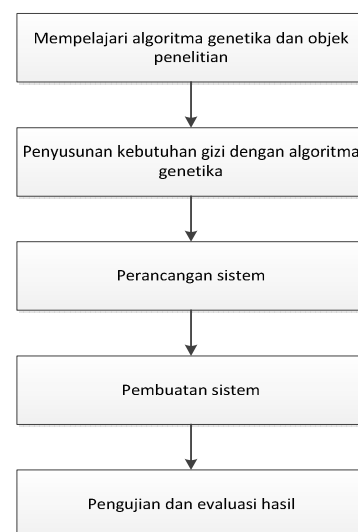
$$Lemak = 15\% \times TEE \quad (8)$$

Untuk menghitung karbohidrat digunakan persamaan 9 :

$$Karbohidrat = 60\% \times TEE \quad (9)$$

3. METODOLOGI PENELITIAN DAN PERANCANGAN

Pada bagian ini dibahas tentang metode yang digunakan dalam penelitian, rancangan yang dibuat dalam implementasi algoritma genetika pada optimasi biaya pemenuhan kebutuhan gizi. Gambar 3 menunjukkan tahapan untuk melakukan penelitian.



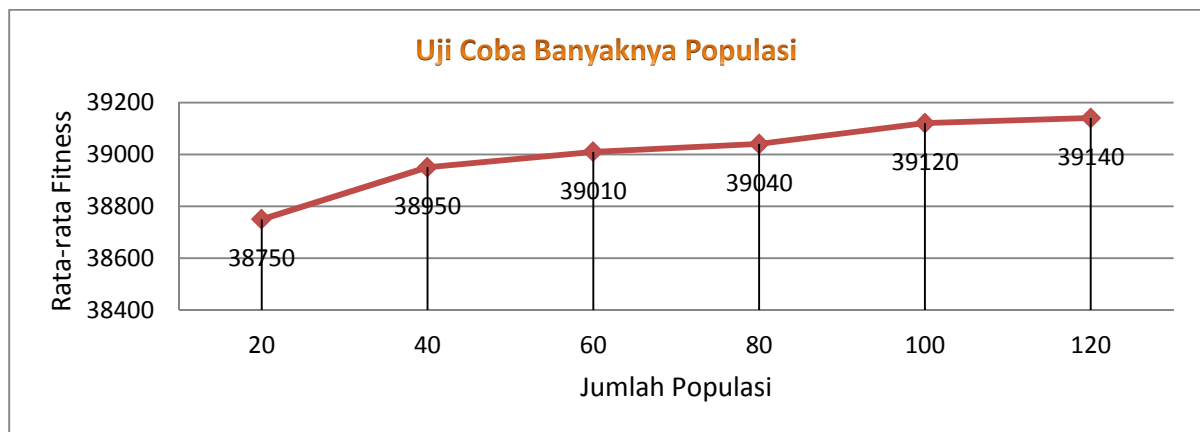
permasalahan pada optimasi biaya pemenuhan kebutuhan gizi.

5.2 Hasil dan Analisa Pengujian

5.2.1 Hasil dan Analisa Pengujian Ukuran Populasi

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ukuran populasi yang optimal pada permasalahan optimasi biaya kebutuhan gizi. Banyak populasi yang digunakan adalah kelipatan 20. Banyak generasi yang digunakan yaitu 250 generasi. Sedangkan kombinasi P_c dan P_m yang digunakan adalah 0,5 : 0,5. Pengujian dilakukan masing-masing 10 kali. Dari 10 percobaan tersebut nilai fitness dirata-rata untuk mengetahui populasi yang optimal dari masing-masing populasi. Pada grafik Gambar 7 dapat dilihat kenaikan rata-rata

fitness untuk 10 kali percobaan dari 20 populasi hingga 120 populasi. Dari grafik tersebut kenaikan rata-rata *fitness* terbaik pada populasi 40 yaitu 38950. Hal ini dapat disimpulkan bahwa populasi 40 merupakan jumlah populasi yang optimal untuk menyelesaikan masalah optimasi kebutuhan gizi. Apabila jumlah populasi semakin tinggi maka akan berpengaruh pada rata-rata *fitness*. Namun pada populasi 40 merupakan titik optimum karena tidak terjadi lagi kenaikan rata-rata *fitness* yang signifikan setelah populasi diatas 40. Percobaan ukuran populasi hanya dilakukan sampai populasi ke 120 karena nilai rata-rata fitness setelah populasi ke 120 sama, yaitu 39140. Hal tersebut bisa dikatakan konvergen, karena tidak ada kenaikan nilai rata-rata fitness pada populasi berikutnya.



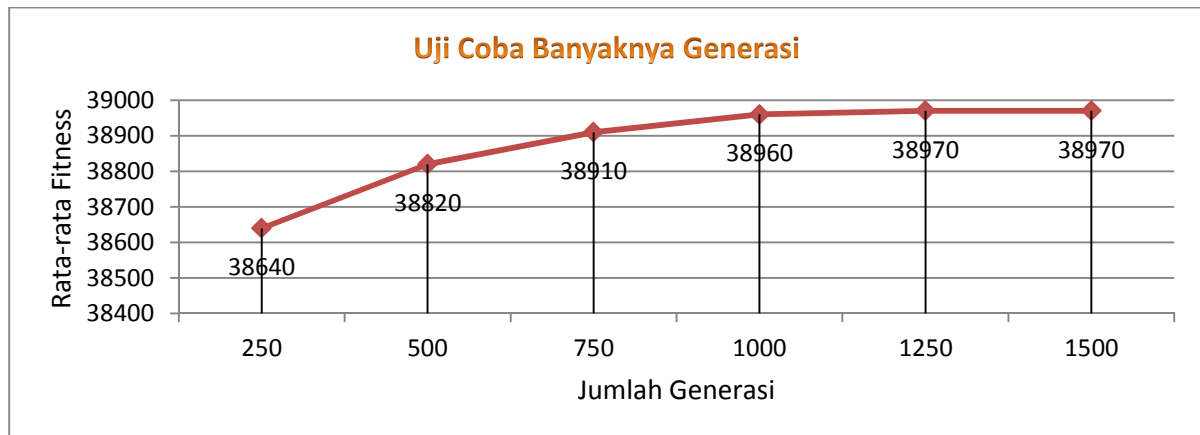
Gambar 7. Grafik hasil uji coba banyaknya populasi

5.2.2 Hasil dan Analisa Pengujian Banyaknya Generasi

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui banyak generasi yang optimal pada permasalahan optimasi biaya kebutuhan gizi. Banyak generasi yang digunakan adalah kelipatan 250. Banyak populasi yang digunakan yaitu 20 populasi. Sedangkan kombinasi P_c dan P_m yang digunakan adalah 0,5 : 0,5. Pengujian dilakukan masing-masing 10 kali. Dari 10 percobaan tersebut dirata-rata untuk mengetahui generasi yang optimal dari masing-masing generasi. Pada grafik Gambar 8 dapat dilihat kenaikan rata-rata *fitness* untuk 10 kali percobaan dari 250 generasi hingga 1500 populasi. Dari grafik tersebut kenaikan rata-rata *fitness* terbaik pada generasi 500 yaitu 38820. Hal

ini dapat disimpulkan bahwa generasi 500 merupakan jumlah generasi yang optimal untuk menyelesaikan masalah optimasi kebutuhan gizi. Apabila jumlah generasi semakin tinggi maka akan berpengaruh pada rata-rata *fitness*. Semakin tinggi jumlah generasi belum tentu menghasilkan nilai yang optimal. Selain itu hal tersebut membutuhkan waktu lama untuk prosesnya. Pada generasi 500 merupakan titik optimum karena tidak terjadi lagi kenaikan rata-rata *fitness* yang signifikan setelah generasi diatas 250. Percobaan ukuran generasi hanya dilakukan sampai generasi ke 1500 karena nilai rata-rata fitness setelah populasi ke 1500 sama, yaitu 38960. Hal tersebut bisa dikatakan konvergen, karena tidak ada

kenaikan nilai rata-rata fitness pada generasi berikutnya.

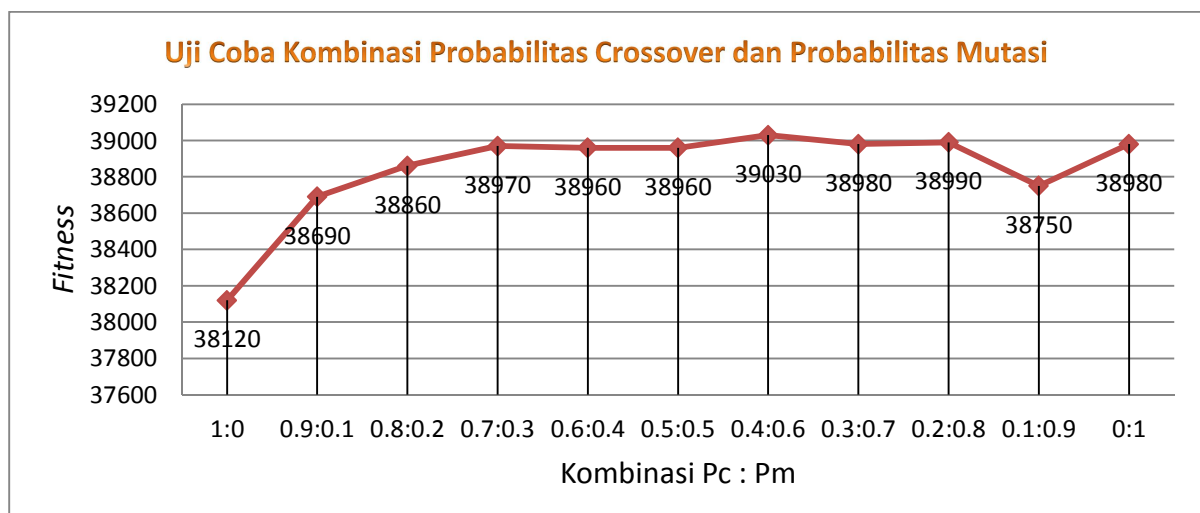


Gambar 7. Grafik hasil uji coba banyaknya generasi

5.2.3 Hasil dan Analisa Pengujian Kombinasi Probabilitas *Crossover* dan Probabilitas Mutasi

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kombinasi probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi yang optimal pada permasalahan optimasi biaya kebutuhan gizi. Banyak populasi dan generasi yang digunakan adalah populasi dan generasi terbaik pada uji coba populasi dan generasi. Sedangkan kombinasi yang digunakan yaitu nilai 0 hingga 1. Pengujian dilakukan masing-masing 10 kali. Dari 10 percobaan tersebut nilai fitness dirata-rata untuk mengetahui kombinasi P_c dan P_m yang optimal dari masing-masing kombinasi. Gambar 8 dapat

dilihat rata-rata *fitness* terbaik dan optimal pada uji coba ini adalah 39030 yaitu pada kombinasi probabilitas *crossover* 0,4 dan probabilitas mutasi 0,6. Kombinasi terburuk yaitu pada kombinasi probabilitas *crossover* 1 dan probabilitas mutasi 0 dengan rata-rata *fitness* 38120. Maka dapat disimpulkan kombinasi $P_c : P_m$ terbaik adalah 0,4:0,6. Dengan menggunakan nilai P_c yang rendah dan P_m yang tinggi maka algoritma genetika akan bekerja seperti random search dan tidak mampu untuk mengeksplorasi daerah pencarian secara efektif. Pada kondisi sebaliknya, pada saat P_c tinggi dan P_m rendah maka algoritma genetika tidak akan mampu memperlebar area pencarian [7].



Gambar 8. Grafik hasil uji coba kombinasi probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi

6. PENUTUP

6.1 Kesimpulan

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

1. Bentuk representasi kromosom yang digunakan memiliki panjang kromosom pada

- interval [5...15] yang didapatkan secara random. Dari adanya panjang kromosom yang berbeda-beda, offspring yang dihasilkan lebih bervariasi sehingga dapat mempengaruhi hasil fitness.
2. Dari hasil uji coba dapat disimpulkan bahwa jumlah populasi dan jumlah generasi sangat berpengaruh terhadap hasil. Pada uji coba banyaknya populasi, populasi optimal adalah 40 populasi dengan rata-rata *fitness* 38950. Pada uji coba banyaknya generasi, generasi optimal adalah 500 generasi dengan rata-rata *fitness* 38820.
 3. Peluang *crossover* dan mutasi dilakukan dengan uji coba kombinasi. Hasil yang diperoleh dari uji coba kombinasi probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi yang terbaik adalah probabilitas *crossover* 0,4 dan probabilitas mutasi 0,6 dengan rata-rata *fitness* 39030.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan, titik optimal pada uji populasi dan generasi relatif rendah. Hal tersebut dapat terjadi karena pengaruh dari jumlah data, metode *crossover* dan metode mutasi yang digunakan. Selain itu probabilitas *crossover* dan mutasi yang digunakan pada saat uji populasi dan generasi adalah 0,5:0,5 (bukan kombinasi yang efektif pada hasil uji coba Pc Pm). Pada permasalahan yang lebih kompleks ini, hibridisasi dapat digunakan untuk memperkuat kemampuan algoritma genetika [MAH-14].

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Almatsier, S. 2008. *Penuntun Diet*. Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.
- [2] Basuki, Achmad. 2003. *Algoritma Genetika Suatu Alternatif Penyelesaian Permasalahan Searching, Optimasi dan Machine Learning*. Skripsi PENS-ITS : Surabaya.
- [3] Hartono, Andry. 1997. *Asuhan Nutrisi Rumah Sakit*. Penerbit Buku Kedokteran EGC : Jakarta.
- [4] Kusumadewi, Sri. 2003. *Artificial Intelligence Teknik dan Aplikasinya*. Graha Ilmu : Yogyakarta.
- [5]. Widodo, AW & Mahmudy, WF 2010, 'Penerapan algoritma genetika pada sistem rekomendasi wisata kuliner', *Kursor*, vol. 5, no. 4, pp. 205-211.
- [6]. Mahmudy, Wayan Firdaus. 2013. *Algoritma Evolusi*. Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. Universitas Brawijaya : Malang.
- [7] Mahmudy, WF, Marlian, RM dan Luong, LHS. 2013. *Real Coded Genetic Algorithms For Solving Flexible Job Shop Scheduling Problem – Part II : Optimization*. Advanced Materials Research, Vol 701, pp. 364-369.
- [8] Mahmudy, WF, Marian, RM dan 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.
- [9] Moehji, Sjahmien. *Ilmu Gizi Jilid 3*. Bhratara Karya Aksara : Jakarta.
- [10] Nugraha, Ivan. 2008. *Algoritma Genetika Untuk Optimasi Penjadwalan Kegiatan Belajar Mengajar*. Makalah IF2251 Strategi Algoritmik 1.
- [11] Rismawan, Tedy. 2007. *Aplikasi Algoritma Genetika Untuk Penentuan Komposisi Bahan Pangan Harian*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2007 (SNATI 2007). Universitas Islam Indonesia : Yogyakarta.
- [12] Soekirman. 2000. *Ilmu Gizi dan Aplikasinya*. Departemen Pendidikan Nasional : Jakarta.
- [13] Uyun, Shofwatul. 2011. *Penentuan Komposisi Bahan Pangan Untuk Diet Penyakit Ginjal Dan Saluran Kemih Dengan Algoritma Genetika*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2011 (SNATI 2011). Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga : Yogyakarta.
- [14] Wati, Anastasia Widya. 2011. *Penerapan Algoritma Genetika Dalam Optimasi Model Dan Simulasi Dari Suatu Sistem*. Jurnal Keilmuan Teknik Industri 1:4

PERNYATAAN PENULIS

Naskah ini dikirimkan untuk keperluan repository skripsi mahasiswa di Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya dan tidak melalui proses evaluasi oleh reviewer seperti layaknya naskah jurnal ilmiah.