

RANCANGAN OPTIMALISASI TATA LETAK TEMPAT SAMPAH MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIK

Malem Sendah¹; Yappar Thomasen²; Ngarap Im Manik³

¹ Staf Peneliti Balitbang KemDikNas, Gedung E Lantai 2.
Jl. Jend. Sudirman, Senayan Jakarta
malemsendah@yahoo.com

^{2,3} Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Bina Nusantara
Jln. K.H. Syahdan No. 9, Palmerah, Jakarta Barat 11480
manik@binus.edu

ABSTRACT

Trash is one of the causes of air pollution. Placement of trash cans in a location or region is very important in optimizing cleanliness and their functionality. By determining the optimal placement points of the trash can, it could be expected that the people will no longer litter and therefore minimizing air pollution levels. This paper discusses a simulation to determine the optimal placement points of the trash cans by using genetic algorithms. Calculations are performed with the aid of a computer program to simplify and speed up the process. This simulation program will generate coordinates of trash can placement points among already existing trash cans.

Keywords: *genetic algorithm, trash can location, placement optimization*

ABSTRAK

Sampah merupakan salah satu penyebab timbulnya polusi udara itu. Penempatan tempat sampah di suatu lokasi atau daerah sangat penting untuk mengoptimalkan kebersihan dan kegunaan dari tempat sampah tersebut. Dengan penentuan titik penempatan tempat sampah yang optimal, diharapkan masyarakat tidak lagi membuang sampah sembarangan dan meminimalkan tingkat polusi udara. Makalah ini membahas membuat simulasi untuk menentukan titik penempatan tempat sampah yang optimal dengan menggunakan algoritma genetik. Untuk mempermudah dan mempercepat perhitungannya dilakukan dengan bantuan program komputer. Melalui program simulasi ini nantinya akan diperoleh titik-titik koordinat penempatan fasilitas tempat sampah yang baru di antara tempat sampah yang sudah ada sebelumnya.

Kata kunci: *algoritma genetik, letak tempat sampah, optimisasi penempatan*

PENDAHULUAN

Dalam era sekarang ini polusi udara sudah menjadi masalah yang mendapat perhatian khusus di seluruh dunia. Sampah merupakan salah satu sumber terjadinya polusi udara. Setiap negara di berbagai belahan dunia mengusahakan metode ataupun cara untuk mengolah sampah sehingga tingkat polusi udara bisa dikurangi dan memperoleh keuntungan dari hasil daur ulang sampah tersebut. Namun ada hal-hal yang dirasakan kurang mendapat perhatian. Salah satunya yaitu ketersediaan tempat sampah di tempat-tempat umum. Penyediaan tempat sampah di lingkungan masyarakat dirasa sangat penting karena menyangkut kebersihan dan kesehatan masyarakat di setiap daerah. Sampah dari masyarakat yang bertebaran di sepanjang jalan itu sebagian besar disebabkan karena ketersediaan tempat sampah yang kurang memadai dan optimal. Dengan penentuan titik penempatan tempat sampah yang optimal, diharapkan masyarakat tidak lagi membuang sampah sembarangan dan dapat meminimalkan tingkat polusi udara.

Saat ini ketersediaan tempat sampah di wilayah Kemanggisan Jakarta Barat dirasakan masih sangat kurang dan belum optimal karena jarak antar tempat sampah yang sangat berjauhan. Selain itu kondisi tempat sampah yang sudah tidak layak juga menjadi hal yang harus diperhatikan dan diperbaiki. Mengetahui hal ini, penulis bermaksud membahas penentuan titik penempatan tempat sampah yang lebih efektif, optimal, dan bermanfaat dengan bantuan program simulasi. Dari hasil simulasi tersebut, nantinya dapat dilihat titik-titik yang digunakan untuk meletakkan tempat sampah sehingga lebih optimal.

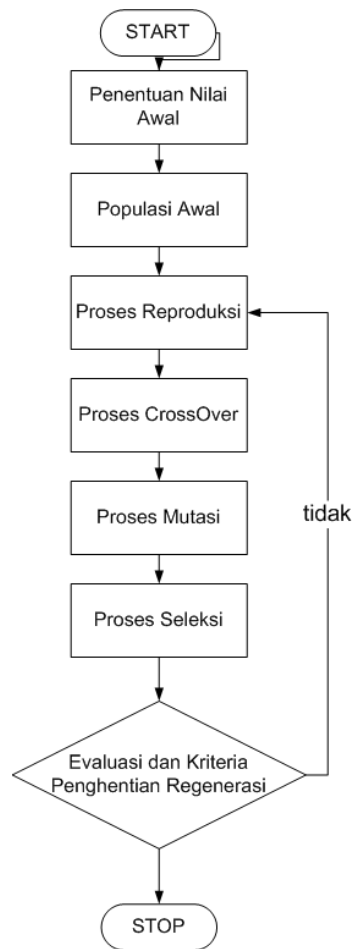
Ruang lingkup permasalahan dalam perancangan simulasi ini dibatasi hanya pada; Informasi yang disediakan hanya meliputi daerah Palmerah khususnya sekitar Binus University, Analisis sistem hanya mencakup titik-titik penempatan tempat sampah di wilayah sekitar Binus University, Algoritma yang digunakan yaitu Algoritma Genetik, Penelitian ini hanya bertujuan memberi informasi berupa gambaran daerah yang dapat dijangkau oleh setiap tempat sampah sebelumnya, kemudian dibandingkan dengan lokasi tempat sampah yang baru, sehingga dapat dilihat optimalisasi dari titik-titik lokasi tempat sampah yang baru, Diasumsikan kondisi tempat sampah ada yang belum memadai, sehingga diambil beberapa lokasi tempat sampah yang cukup memadai, Diasumsikan tempat sampah yang akan ditempatkan adalah tempat sampah jenis fiber berukuran sama dengan pemisahan sampah organik dan non organik, Diasumsikan tidak ada perubahan struktur bangunan dan jenis usaha di setiap toko yang ada di lokasi penelitian.

Dalam makalah ini studi kasus mengambil tempat di daerah sekitar Binus University Kemanggisan. Daerah ini termasuk daerah yang cukup padat penduduk karena sebagian besar adalah tempat tinggal dan rumah makan. Hal ini juga yang mengakibatkan tingkat produksi sampah di daerah ini relatif tinggi. Permasalahan yang dihadapi adalah kurangnya ketersediaan fasilitas tempat sampah dan penempatan fasilitas tersebut yang tidak optimal menyebabkan sampah bertebaran di ruas jalan. Pada saat hujan pun beberapa ruas jalan mengalami genangan air akibat saluran air yang tersumbat akibat sampah yang bertebaran. Permasalahan seperti ini sebenarnya sudah diantisipasi dengan penyediaan truk sampah yang mengangkut pada saat malam di sepanjang ruas jalan. Namun, karena ketersediaan tempat sampah yang kurang mengakibatkan pengangkutan sampah menjadi tidak optimal. Masalah yang sering dihadapi adalah masyarakat membuang sampah sembarangan dikarenakan tidak melihat tempat sampah disekitarnya. Sebagian besar orang menggunakan jalan pintas dengan membuang langsung di tempat.

Salah satu cara untuk meminimalisasi permasalahan tersebut adalah dengan Algoritma Genetik yang berguna untuk menghasilkan titik-titik penempatan fasilitas tempat sampah yang optimal sehingga mudah dijangkau. Dengan algoritma genetik ini dapat menghitung titik-titik mana saja yang optimal untuk digunakan sebagai posisi tempat sampah. Untuk mempermudah perhitungannya dilakukan dengan mengembangkan sebuah program komputer.

METODE PENELITIAN

Setelah melihat permasalahan di atas dan mempelajarinya, maka penulis mencoba untuk merancang suatu program simulasi yang menggunakan Algoritma Genetik untuk menyelesaikan masalah tersebut. Algoritma Genetik ini akan menentukan posisi terbaik untuk menempatkan fasilitas tempat sampah di antara ketentuan-ketentuan yang ada. Perhitungan yang akan dilakukan cukup banyak sehingga dibutuhkan suatu program yang memudahkan untuk melakukan perhitungan titik-titik koordinat yang baru di antara titik-titik koordinat yang sudah ada. Gambar 1 berikut ini menunjukkan flowchart algoritma genetik untuk penyelesaian masalah di atas (Suyanto, 2005: Whitten et al, 2004).



Gambar 1 Flow Chart Algoritma Genetik

Pertama-tama populasi harus memiliki nilai awal yang diisi dengan *genome* yang memiliki kombinasi gen yang acak. Kemudian dicari nilai fitness masing-masing anggota populasi. Setelah masing-masing anggota populasi memiliki nilai fitness, dilakukan seleksi untuk membentuk populasi yang baru berdasarkan nilai fitness yang terbaik. Proses ini dilanjutkan dengan persilangan 2 anggota populasi untuk mencari anggota populasi baru lainnya. Teknik yang digunakan adalah *roulette wheel*. Setelah persilangan terjadi, dilakukan proses mutasi kemudian dilakukan secara berulang hingga anggota populasi lengkap. (Desiani dan Arhami, 2006).

Perancangan Layar

Program ini memiliki menu utama yaitu menu1 (Pengenalan Program), menu2 (Simulasi), menu3 (Peta Sebaran), menu4 (Petunjuk Penggunaan), menu5 (Index) seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.

Buanglah sampah pada tempatnya Kebersihan adalah sebagian dari iman Bersih itu indah, Bersih pangkal sehat Marilah kita ciptakan kebersihan lingkungan				
Menu 1	Menu 2	Menu 3	Menu 4	Menu 5
Program Simulasi Tata Letak Tempat Sampah dengan Algoritma Genetik				
Masukkan jumlah generasi : <input type="text"/> <input type="button" value="Mulai"/>				
Copyright © 2010 Yappar Thomasen, Jakarta				

Gambar 2 Rancangan Layar Menu Simulasi

Menu Simulasi ini akan meminta input dari user yaitu jumlah generasi yang diinginkan untuk program jalankan. Masukan ini hanya boleh berisi angka. Apabila Simulasi berhasil, user akan melihat layar hasil simulasi dengan algoritma genetik. Sementara apabila gagal misalnya karena memasukkan input berupa huruf maupun spasi, user akan diminta untuk memasukkan input jumlah generasi kembali.

Pada saat masukan user dapat diproses, maka program akan menjalankan modul-modul sebagai berikut :

Modul Algoritma Genetik:

- Deklarasi nilai populasi, pc, pm
- Deklarasi *binary* kromosom awal
- Deklarasi titik lokasi tempat sampah awal
- Cari nilai x_{max} , y_{max} , x_{min} , y_{min} dari koordinat titik lokasi yang ada
- Hitung nilai gen_x , gen_y
- Hitung nilai Cost
- Hitung nilai *fitness*
- Lakukan Perulangan
- for(generasi = 0;max_generasi;generasi++)
 - Panggil modul cross_over
 - Cari nilai gen_x yang baru, nilai gen_y yang baru, dan nilai crossover
 - Mencari nilai Cost dan *fitness* yang baru
 - Panggil modul mutasi
 - Cari nilai gen_x yang baru, nilai gen_y yang baru, dan nilai mutasi
 - Cari nilai Cost dan *fitness* yang baru

Modul `cross_over`

Deklarasi nilai `pc` dan batas *crossover*

Deklarasi nilai acak = `array[max_generasi]`

Mendapatkan indeks dari nilai acak yang kurang dari nilai `pc`

Lakukan `cross_over` terhadap biner pada indeks yang telah didapat

Modul mutasi

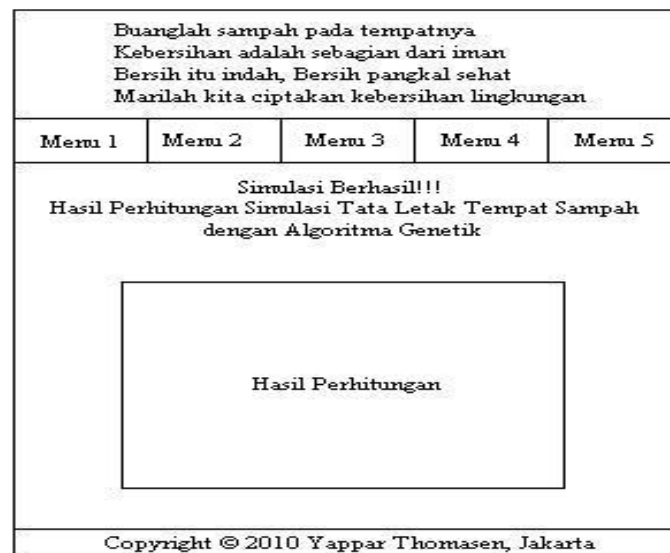
Deklarasi nilai `pm`

Deklarasi nilai acak = `array[panjang_kromosom]`

Mendapatkan indeks dari nilai acak yang kurang dari nilai `pm`

Lakukan mutasi terhadap biner pada indeks yang telah didapat

Program juga akan menjalankan modul untuk link ke database untuk mengambil data yang diperlukan pada saat proses perhitungan seperti koordinat-koordinat fasilitas yang ada, seperti terlihat pada gambar 3.



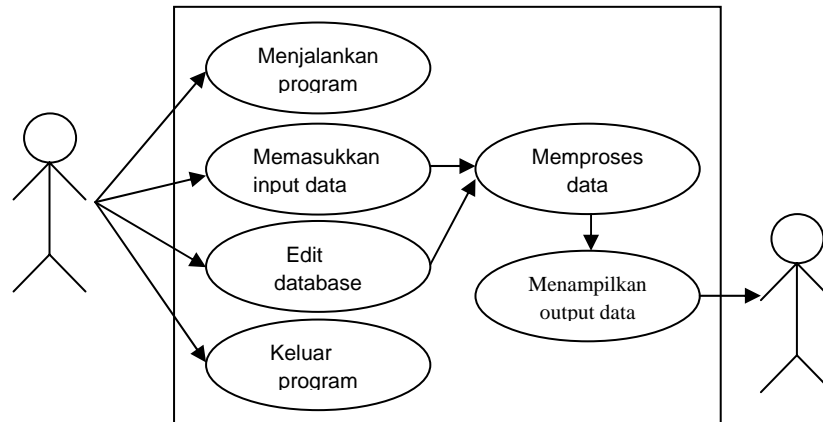
Gambar 3 Rancangan Layar Hasil Simulasi

Pada layar ini akan ditampilkan hasil perhitungan dari generasi ke-1 sampai generasi yang diinginkan sesuai masukan dari user sebelumnya.

Perancangan Database

Penyimpanan data yang digunakan dalam program simulasi penempatan tempat sampah ini adalah database menggunakan *PhpMyAdmin*. Tabel yang digunakan ada dua yaitu tabel koordinat tempat sampah yang sudah ada dan tabel daftar index. Tabel koordinat tempat sampah mempunyai empat field yaitu id sebagai primary key, x, y, dan bobot. Tabel daftar index mempunyai tiga field yaitu id sebagai primary key, istilah, dan deskripsi.

Berikut adalah *Use Case Diagram* dari perancangan program dalam makalah ini.



Gambar 4 Use case diagram Program Simulasi

Spesifikasi Perangkat Keras & Lunak

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan untuk menjalankan program simulasi ini dengan baik adalah *Processor Intel Pentium 4 CPU 3.00 GHz* dengan memory 1024 MB DDR2 dengan *Hard Disk Drive 80 GB*. Sedangkan spesifikasi perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan program simulasi ini adalah *Operating System Windows XP Service Pack 2* dengan *Software Macromedia Dreamweaver MX 2004*, *Apache 1.6.8*, *PhpMyAdmin 2.11.9.2*, *PHP 5.2.6*, *MySQL 5.0.67*(Nugroho, 2006).

Langkah Awal Menjalankan Program

Sebelum mulai menjalankan program, pengguna harus terlebih dahulu menjalankan langkah-langkah berikut : *Pertama*, mengaktifkan server Apache dan MySql. *Kedua*, membuka *Internet Browser*, lalu mengetik alamat berikut pada *address bar* : <http://localhost/yappar/index.php>. *Ketiga*, tekan Enter untuk mulai menjalankan program.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada saat program dijalankan, maka *Browser* akan menampilkan tampilan awal dimana terdapat sambutan selamat datang. Selain itu pada layar juga ada 5 menu yaitu Pengenalan Program, Simulasi, Peta Sebaran, Petunjuk Penggunaan, dan Index yang memiliki kegunaannya masing-masing. Beberapa tampilan hasil simulasi program seperti yang terlihat berikut ini.

Berikut ini tampilan awal program:



Gambar 5 Tampilan Awal

Apabila pengguna sudah memasukkan masukan dengan benar, maka algoritma genetik akan langsung dijalankan. Setelah simulasi berhasil, maka hasil perhitungan simulasi akan ditampilkan. Dalam percobaan ini, pengguna memasukkan masukan yaitu angka 7 yang berarti pengguna menginginkan jumlah generasi sebanyak 7x. Maka output nya pun akan ada 7 generasi. Gambar 6 berikut ini menampilkan hasil perhitungan simulasi algoritma genetik:



Gambar 6 Hasil Solusi Awal Perhitungan Genetik

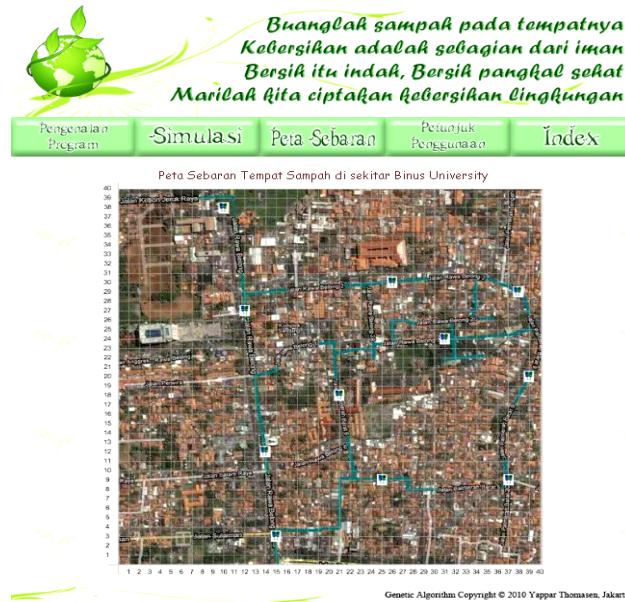
Dari gambar di atas, dapat diketahui gen X1 sampai X5 dan Y1 sampai Y5 sebagai solusi awal algoritma genetik. Gambar 7 menggambarkan proses cross over dan mutasi dari generasi ke-1 hingga generasi ke-4.

Generasi ke- 1							
Proses Cross Over							
Gen X1	14.1003663004	Gen Y1	4.08547008547	Nilai Fitness 1	0.000903852785664	Nilai C1	1106.37486089
Gen X2	34.6376068376	Gen Y2	14.358974359	Nilai Fitness 2	0.00110777141485	Nilai C2	902.713309435
Gen X3	25.5587301587	Gen Y3	31.0341880342	Nilai Fitness 3	0.00122376105709	Nilai C3	817.152984404
Gen X4	19.6595848596	Gen Y4	29.6923076923	Nilai Fitness 4	0.00122555300738	Nilai C4	815.958178862
Gen X5	21.43003663	Gen Y5	36.7179487179	Nilai Fitness 5	0.000955051193211	Nilai C5	1047.06429049
Proses Mutasi							
Gen X1	14.1003663004	Gen Y1	7.94871794872	Nilai Fitness 1	0.0010197185104	Nilai C1	980.662790562
Gen X2	34.6376068376	Gen Y2	32.735042735	Nilai Fitness 2	0.000955039183889	Nilai C2	1047.077457
Gen X3	25.5587301587	Gen Y3	21.7777777778	Nilai Fitness 3	0.0014745327653	Nilai C3	678.180928585
Gen X4	19.6595848596	Gen Y4	14.6581196581	Nilai Fitness 4	0.00137226810536	Nilai C4	728.720572965
Gen X5	21.43003663	Gen Y5	16.7948717949	Nilai Fitness 5	0.00146665559781	Nilai C5	681.823327503
Generasi ke- 3							
Proses Cross Over							
Gen X1	14.1003663004	Gen Y1	4.08547008547	Nilai Fitness 1	0.000903852785664	Nilai C1	1106.37486089
Gen X2	34.6376068376	Gen Y2	14.358974359	Nilai Fitness 2	0.00110777141485	Nilai C2	902.713309435
Gen X3	25.5587301587	Gen Y3	31.0341880342	Nilai Fitness 3	0.00122376105709	Nilai C3	817.152984404
Gen X4	19.6595848596	Gen Y4	29.6923076923	Nilai Fitness 4	0.00122555300738	Nilai C4	815.958178862
Gen X5	21.43003663	Gen Y5	36.7179487179	Nilai Fitness 5	0.000955051193211	Nilai C5	1047.06429049
Proses Mutasi							
Gen X1	14.1003663004	Gen Y1	7.94871794872	Nilai Fitness 1	0.0010197185104	Nilai C1	980.662790562
Gen X2	34.6376068376	Gen Y2	32.735042735	Nilai Fitness 2	0.000955039183889	Nilai C2	1047.077457
Gen X3	25.5587301587	Gen Y3	21.7777777778	Nilai Fitness 3	0.0014745327653	Nilai C3	678.180928585
Gen X4	19.6595848596	Gen Y4	14.6581196581	Nilai Fitness 4	0.00137226810536	Nilai C4	728.720572965
Gen X5	21.43003663	Gen Y5	16.7948717949	Nilai Fitness 5	0.00146665559781	Nilai C5	681.823327503
Generasi ke- 4							
Proses Cross Over							
Gen X1	13.7746031746	Gen Y1	31.0341880342	Nilai Fitness 1	0.00105276993349	Nilai C1	949.875151435
Gen X2	34.9492063492	Gen Y2	4.08547008547	Nilai Fitness 2	0.000843440427907	Nilai C2	1185.62018954
Gen X3	25.5728937729	Gen Y3	14.358974359	Nilai Fitness 3	0.00136950588779	Nilai C3	730.190362026
Gen X4	19.6595848596	Gen Y4	29.6923076923	Nilai Fitness 4	0.00122555300738	Nilai C4	815.958178862
Gen X5	21.43003663	Gen Y5	36.7179487179	Nilai Fitness 5	0.000955051193211	Nilai C5	1047.06429049
Proses Mutasi							
Gen X1	13.7746031746	Gen Y1	7.55555555556	Nilai Fitness 1	0.000999317789431	Nilai C1	1000.6826763
Gen X2	34.9492063492	Gen Y2	33.1111111111	Nilai Fitness 2	0.00093609007607	Nilai C2	1068.27326297
Gen X3	25.5728937729	Gen Y3	21.7948717949	Nilai Fitness 3	0.0014742434769	Nilai C3	678.314006925
Gen X4	19.6595848596	Gen Y4	14.6581196581	Nilai Fitness 4	0.00137226810536	Nilai C4	728.720572965
Gen X5	21.43003663	Gen Y5	16.7948717949	Nilai Fitness 5	0.00146665559781	Nilai C5	681.823327503

Gambar 7 proses cross over dan mutasi dari generasi ke-1 hingga generasi ke-4

Menu Peta Sebaran

Menu ini akan menampilkan peta sekitar daerah Binus University beserta lokasi tempat sampah yang sudah ada di sekitar daerah tersebut. Gambar 8 berikut ini adalah tampilan layar menu Peta Sebaran:



Gambar 8 Peta Sebaran

Data Fasilitas Tempat Sampah

Berdasarkan pengumpulan data yang diperoleh dari peninjauan daerah di sekitar Binus University seperti yang terlihat dalam peta sebaran di atas, terdapat sekitar 11 lokasi tempat sampah yang masih memadai. Sebagian besar tempat sampah yang ada sudah tidak memadai, banyak diantaranya sudah rusak. Tabel 1 berikut ini adalah tabel lokasi tempat sampah yang sudah ada.

Tabel 1 Lokasi Tempat Sampah

Lokasi Ke	Kode Fasilitas	Koordinat		Bobot
		X	Y	
1	A	10	38	3
2	B	12	27	7
3	C	26	30	8
4	D	38	29	3
5	E	14	12	5
6	F	21	18	6
7	G	31	24	5
8	H	39	20	3
9	I	15	3	4
10	J	25	9	5
11	K	37	9	4

Koordinat lokasi tempat sampah di atas dibuat berdasarkan hasil pemetaan pada diagram kartesius. Bobot pada tiap lokasi tempat sampah digunakan sebagai salah satu variabel dalam menentukan *minimum cost*. Bobot yang digunakan dalam proses perhitungan program ini hanya merupakan permasalahan karena keterbatasan informasi mengenai biaya yang dikeluarkan pemerintah untuk pengaturan dan penempatan tempat sampah tersebut.

Pembahasan

Dalam penentuan titik optimal penempatan posisi tempat sampah yang baru di antara yang sudah ada, digunakan parameter sebagai berikut (Suryani, 2006):

Popsize : 5

P_c (crossover) : 0.45

P_m (mutasi) : 0.01

Peluang kelestarian kromosom terbaik : 0.1

Berdasarkan koordinat lokasi tempat sampah yang sudah ada, didapat nilai terkecil dan terbesar untuk X adalah 10 dan 39, sedangkan untuk Y adalah 3 dan 38. Dengan demikian, dapat dihitung panjang kromosom sebagai berikut :

$$L_i = \lceil \log_2[(b-a)10^n + 1] \rceil$$

$$\text{Panjang Kromosom1 } (L_1) = \lceil \log_2[(39-10)10^2 + 1] \rceil = 12$$

$$\text{Panjang Kromosom2 } (L_2) = \lceil \log_2[(38-3)10^2 + 1] \rceil = 12$$

$$\text{Panjang kromosom } (L) = 12 + 12 = 24.$$

L1 merupakan panjang kromosom X dan L2 merupakan panjang kromosom Y.

Untuk tahap awal adalah membangkitkan populasi awal secara random sehingga didapatkan solusi awal. Dalam kasus ini, dengan jumlah populasi adalah 5 dan panjang kromosom adalah 12, maka didapatkan populasi awalnya sebagaimana dalam Tabel 2 berikut :

Tabel 2 Populasi Awal

Kromosom ke -	Bentuk Biner X	Bentuk Biner Y
1	001000010111	010100110001
2	110111000011	000001111111
3	100010010101	110011010000
4	010101010100	110000110011
5	011001001110	111101101001

Dari tabel di atas, dapat diketahui :

Nilai desimal dari X_1 : 001000010111 = 535 ; Nilai desimal dari X_2 : 110111000011 = 3523

Nilai desimal dari X_3 : 100010010101 = 2197; Nilai desimal dari X_4 : 010101010100 = 1364

Nilai desimal dari X_5 : 011001001110 = 1614; Nilai desimal dari Y_1 : 010100110001 = 1329

Nilai desimal dari Y_2 : 000001111111 = 127; Nilai desimal dari Y_3 : 110011010000 = 3280

Nilai desimal dari Y_4 : 110000110011 = 3123; Nilai desimal dari Y_5 : 111101101001 = 3945

Setelah diketahui nilai V (nilai desimal dari bilangan biner), maka dapat dicari koordinat fasilitas baru dari populasi awal tersebut dengan rumus berikut :

$$x = a + \text{int} * \frac{(b-a)}{2^n - 1}$$

$$\begin{aligned}
x_1 &= 10 + 535 * \frac{(39-10)}{2^{12}-1} & y_1 &= 3 + 1329 * \frac{(38-3)}{2^{12}-1} \\
x_1 &= 10 + 535 * \frac{29}{2^{12}-1} & y_1 &= 3 + 1329 * \frac{35}{2^{12}-1} \\
x_1 &= 10 + 535 * \frac{29}{4095} & y_1 &= 3 + 1329 * \frac{35}{4095} \\
x_1 &= 10 + 3.7887667888 & y_1 &= 3 + 11.358974359 \\
x_1 &= 13.7887667888 & y_1 &= 14.358974359 \\
x_2 &= 10 + 3523 * \frac{(39-10)}{2^{12}-1} & y_2 &= 3 + 127 * \frac{(38-3)}{2^{12}-1} \\
x_2 &= 10 + 3523 * \frac{29}{2^{12}-1} & y_2 &= 3 + 127 * \frac{35}{2^{12}-1} \\
x_2 &= 10 + 3523 * \frac{29}{4095} & y_2 &= 3 + 127 * \frac{35}{4095} \\
x_2 &= 10 + 24.9492063492 & y_2 &= 3 + 1.08547008547 \\
x_2 &= 34.9492063492 & y_2 &= 4.08547008547 \\
x_3 &= 10 + 2197 * \frac{(39-10)}{2^{12}-1} & y_3 &= 3 + 3280 * \frac{(38-3)}{2^{12}-1} \\
x_3 &= 10 + 2197 * \frac{29}{2^{12}-1} & y_3 &= 3 + 3280 * \frac{35}{2^{12}-1} \\
x_3 &= 10 + 2197 * \frac{29}{4095} & y_3 &= 3 + 3280 * \frac{35}{4095} \\
x_3 &= 10 + 15.5587301587 & y_3 &= 3 + 28.0341880342 \\
x_3 &= 25.5587301587 & y_3 &= 31.0341880342 \\
x_4 &= 10 + 1364 * \frac{(39-10)}{2^{12}-1} & y_4 &= 3 + 3123 * \frac{(38-3)}{2^{12}-1} \\
x_4 &= 10 + 1364 * \frac{29}{2^{12}-1} & y_4 &= 3 + 3123 * \frac{35}{2^{12}-1} \\
x_4 &= 10 + 1364 * \frac{29}{4095} & y_4 &= 3 + 3123 * \frac{35}{4095} \\
x_4 &= 10 + 9.6595848596 & y_4 &= 3 + 26.6923076923 \\
x_4 &= 19.6595848596 & y_4 &= 29.6923076923 \\
x_5 &= 10 + 1614 * \frac{(39-10)}{2^{12}-1} & y_5 &= 3 + 3945 * \frac{(38-3)}{2^{12}-1} \\
x_5 &= 10 + 1614 * \frac{29}{2^{12}-1} & y_5 &= 3 + 3945 * \frac{35}{2^{12}-1} \\
x_5 &= 10 + 1614 * \frac{29}{4095} & y_5 &= 3 + 3945 * \frac{35}{4095} \\
x_5 &= 10 + 11.43003663 & y_5 &= 3 + 33.7179487179 \\
x_5 &= 21.43003663 & y_5 &= 36.7179487179
\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan x_1 sampai x_5 dan y_1 sampai y_5 , maka dapat dicari total biaya dan nilai fitness masing-masing dengan rumus sebagai berikut (Kusumadewi dan Purnomo, 2005):

$$C = \sum_{i=1}^n W_i \sqrt{(X_i - \bar{X})^2 + (Y_i - \bar{Y})^2}$$

Nilai fitness = $1/C$

Nilai akhir populasi dari generasi ke-1 akan digunakan sebagai nilai awal populasi pada generasi ke-2 dan selanjutnya. Perhitungan koordinat di atas memiliki hasil yang sama dengan perhitungan dengan program simulasi seperti yang terlihat dari gambar 6.

Berdasarkan hasil perhitungan dan tampilan program, terdapat beberapa hal yang menjadi kelebihan maupun kelemahan dari program ini. Berikut adalah kelebihan dari program simulasi ini, yaitu: (1) Program simulasi ini dapat melakukan pencarian titik baru yang optimal dari titik-titik yang sudah ada di database dengan algoritma genetik; (2) Program simulasi dengan algoritma genetik ini dapat melakukan iterasi sejumlah generasi yang diinginkan pengguna; (3) Koordinat lokasi tempat sampah diperoleh dari database sebelum dihitung oleh program sehingga memungkinkan untuk menambah ataupun mengubah koordinat lokasi; (4) Tampilan yang menarik dari web sehingga pengguna tidak jenuh dengan hanya melihat angka-angka dari hasil generasi; dan (5) Program simulasi ini dilengkapi dengan beberapa menu pendukung lainnya seperti daftar index yang dapat memberi informasi/wawasan kepada pengguna mengenai istilah-istilah dalam algoritma genetik maupun pemetaan juga objek yang digunakan.

Program simulasi ini juga memiliki beberapa kelemahan yaitu (1) Kecepatan perhitungan tergantung dari spesifikasi komputer, apabila pengguna memasukkan jumlah generasi yang besar, maka waktu proses perhitungannya pun menjadi lama dan (2) Peta Sebaran yang ada tidak dapat di update sehingga tidak dapat melihat lokasi antara tempat sampah yang baru dan yang sudah ada secara langsung.

PENUTUP

Setelah melakukan analisis dan perancangan program simulasi optimalisasi tata letak tempat sampah dengan algoritma genetik maka dapat diperoleh kesimpulan bahwa Algoritma genetik mampu memberikan hasil optimal dalam penentuan tata letak tempat sampah secara ilmiah melalui perhitungan yang ada. Nilai fitness merupakan bagian dari algoritma genetik yang berguna untuk menyeleksi individu-individu yang akan digunakan dalam proses persilangan dan penggunaan database sebagai tempat memasukkan data dan informasi berguna karena dapat di update dengan mudah dan tidak perlu mengubah keseluruhan program.

DAFTAR PUSTAKA

Desiani, A., dan Arhami, M. (2006). *Konsep Kecerdasan Buatan*. Andi, Yogyakarta.

Nugroho, B. (2007). *PHP dan MySQL dengan Editor Dreamweaver MX*. Andi, Yogyakarta.

Kusumadewi, S., Purnomo, H. (2005). *Penyelesaian Masalah Optimasi dengan Teknik-Teknik Heuristik*. Graha Ilmu, Yogyakarta.

Suryani, E. (2006). *Pemodelan dan Simulasi*. Graha Ilmu, Yogyakarta.

Suyanto. (2005). *Algoritma Genetika dalam Matlab*. Andi, Yogyakarta.

Whitten, J.L., Bentley, L.D., dan Dittman, K.C., (2004) *Systems analysis and design methods*, 6th edition. Irwin/McGraw-Hill, McGraw-Hill Companies, Inc.