

PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA PADA PERENCANAAN LINTASAN KENDARAAN

Achmad Hidayatno

Darjat

Hendry H L T

Abstrak : Algoritma genetika adalah algoritma pencarian heuristik yang didasarkan atas mekanisme evolusi biologis. Individu yang lebih kuat (fit) akan memiliki tingkat survival dan tingkat reproduksi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan individu yang kurang fit. Konsep penting dalam teori evolusi adalah fitness dan selection untuk proses reproduksi. Algoritma genetika telah banyak diaplikasikan untuk penyelesaian masalah dan pemodelan dalam bidang teknolog seperti: optimasi, pemrograman otomatis dan machine learning. Aplikasi perencanaan lintasan pada tugas akhir ini bertujuan untuk mencari atau menemukan jalur terpendek yang tidak melalui penghalang pada sebuah peta dari satu titik awal sampai pada titik tujuan. Peta merupakan gambar 2 dimensi dengan penghalang berupa lingkaran. Dalam tugas akhir ini algoritma genetika akan melakukan proses evolusi pada populasi awal yang diberikan. Dalam proses evolusi terdapat beberapa bagian penting pada algoritma genetika yaitu : pindah silang (crossover), mutasi, elitisme . Pada implementasi program algoritma genetika dapat mencari jalan terpendek yang bebas hambatan. Pada pengujian dilakukan dengan titik acuan dan populasi yang berbeda, yang menghasilkan jarak terpendek yang ditemukan ialah 28,7062 satuan.

Kata-kunci: algoritma genetika, perencanaan lintasan, fitness, dan selection.

Algoritma genetika atau disingkat GA (*Genetik Algorithm*) merupakan suatu konsep komputasi yang pertama kali diutarakan oleh John Holland dari Universitas Michigan pada tahun 1975. Peneliti lain yang banyak memberikan kontribusi antara lain adalah Goldberg, De Jong, Grafenstette, Davis dan Muhlenbeing. Aplikasi GA meliputi berbagai hal yang luas seperti, perencanaan lintasan, desain VLSI, penalaan PID, pengolahan sinyal, fungsi optimisasi pada perencanaan sistem tenaga listrik.

Perencanaan lintasan kendaraan dapat diterapkan menggunakan GA dengan cara menghitung serta mendapatkan sebuah lintasan pada suatu permukaan yang sebelumnya telah dibagi menjadi bagian-bagian lebih kecil. Di dalam permukaan tersebut terdapat rintangan-rintangan yang sulit, seperti ketinggian tanah dengan elevasi tertentu ataupun benda-benda tertentu yang harus dihindari dan juga benda-benda statis yang tidak dapat dilewati. Setelah lintasan diperoleh baru kendaraan dapat berjalan menyesuaikan dengan lintasan yang didapat.

Algoritma genetika memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan metode komputasi konvensional antara lain :

1. Sifat dasarnya yang menunjang komputasi parallel dimana kekuatan cariannya adalah sebesar jumlah populasinya.

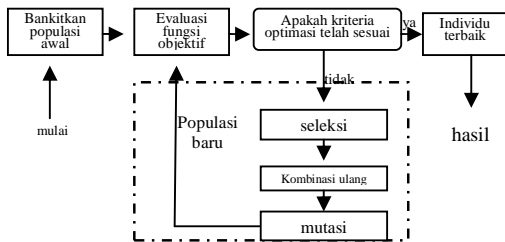
2. Sifatnya yang tidak membutuhkan pengetahuan dasar tentang objek yang sedang dikalkulasi.
3. Sifatnya yang lentur, sehingga perubahan input atau masuknya gangguan pada sistem secara *on-line* pada saat perhitungan dapat segera diantisipasi.

Masalah dibatasi pada pembahasan perencanaan lintasan secara *offline*, seleksi berdasarkan kriteria tertentu seperti jarak terpendek dan sifat penghindaran rintangan. Perencanaan lintasan dengan algoritma genetika ini cocok untuk sistem bergerak dimana lokasi awal dan tujuan telah ditentukan terlebih dahulu. Tugas akhir ini bertujuan menjelaskan prinsip algoritma genetika dan menerapkannya pada teknik perencanaan lintasan dengan beberapa kriteria dasar, seperti lintasan yang tidak berpotongan dengan benda penghalang, lintasan dengan jarak terpendek.

Penerapan Algoritma Genetika pada Perencanaan Lintasan Kendaraan

Algoritma genetika adalah suatu bentuk teknik pencarian secara *stochastic*, berdasarkan mekanisme yang ada pada seleksi alam dan genetik secara natural. Setiap makhluk hidup memiliki gen-gen, yaitu bagian dari kromosom yang menentukan atau mempengaruhi

karakteristik setiap individu. Mekanisme genetik mencerminkan kemampuan individu untuk melakukan perkawinan dan menghasilkan keturunan yang memiliki karakteristik yang hampir sama dengan orang tuanya. Sedangkan prinsip seleksi alam menyatakan bahwa setiap makhluk hidup dapat mempertahankan dirinya jika mampu beradaptasi dengan lingkungannya. Dengan demikian, diharapkan keturunan yang dihasilkan memiliki kombinasi karakteristik yang terbaik dari orang tuanya, dan dapat menopang generasi-generasi selanjutnya.

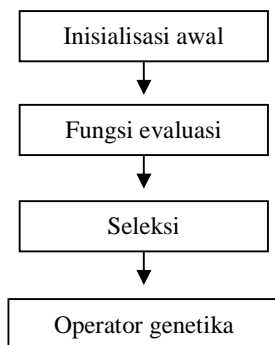


Gambar 1. Proses perhitungan pada algoritma genetika

Berbeda dengan teknik pencarian konvensional, tahap awal pencarian dalam algoritma genetika dimulai dari himpunan penyelesaian acak (*random*) yang disebut populasi. Setiap individu dalam populasi diwakili oleh sebuah kromosom yang merupakan satu solusi dari masalah yang akan dihadapi.

PERANCANGAN PROGRAM

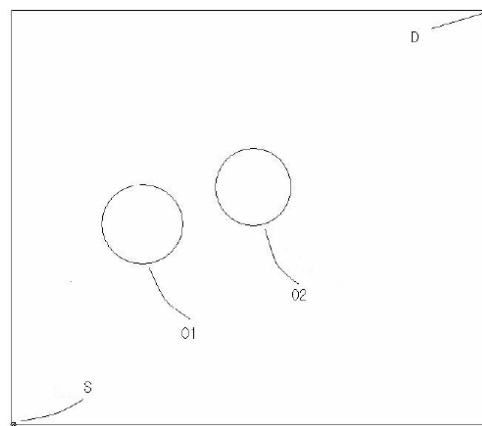
Aplikasi perangkat lunak penerapan algoritma genetika pada perencanaan lintasan ini terdiri dari 4 komponen utama, yaitu proses inialisasi awal, fungsi evaluasi, seleksi, dan operator genetika. Keluaran dari aplikasi ini adalah gambar 2 dimensi yang menunjukkan lintasan terpendek.



Gambar 2. Diagram alir sistem perencanaan lintasan dengan algoritma genetika

Ada beberapa parameter yang harus dibangkitkan maupun ditentukan terlebih dahulu. Parameter ini dibuat sebagai batasan pada algoritma yang akan dilakukan. Inialisasi awal dilakukan untuk memenuhi parameter yang dibutuhkan. Inialisasi awal ini meliputi penentuan ukuran populasi, penentuan ukuran kromosom, penentuan jumlah penghalang dan posisi masing – masing serta radius dari penghalang itu sendiri, penentuan nilai *mutation rate* (P_m) dan *crossover rate* (P_c), penentuan ukuran peta lingkungan, penentuan titik awal dan titik tujuan.

Evaluasi kromosom dilakukan untuk memastikan tidak ada titik acuan yang berada pada titik awal (S_p) maupun titik tujuan (E_p) dan menentukan titik yang berada pada penghalang. Selanjutnya dilakukan pengecekan terhadap titik acuan, dimana titik acuan tidak boleh berada pada titik awal dan titik akhir serta tidak boleh berada pada penghalang.



Gambar 3. Konfigurasi permasalahan (S:titik awal, O1,O2:penghalang, D:titik akhir/tujuan)

Seleksi dilakukan dengan terlebih dahulu mencari nilai kebugaran (*fitness*) dari masing-masing individu. Nilai *fitness* itu sendiri merupakan panjang lintasan. Jadi nilai *fitness* yang terbaik adalah kromosom yang memiliki jarak terpendek. Sebelum menentukan nilai *fitness* generasi awal harus dibangkitkan terlebih dahulu. Generasi ini disebut sebagai induk (*parent*). Fungsi *fitness* yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah $ft(k) = \frac{1}{d(k)}$, dimana $d(k)$

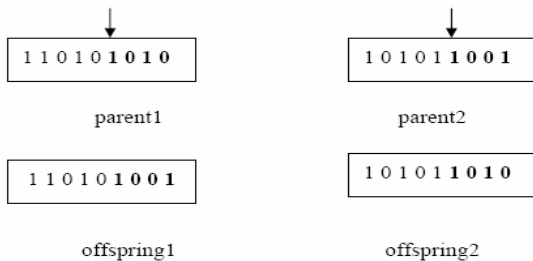
merupakan panjang lintasan untuk k th kromosom.

Metoda seleksi yang digunakan ialah metode seleksi roda roulette (*roulette wheel selection*). Sesuai dengan namanya, metode ini menirukan permainan *roulette-wheel* dimana masing-masing kromosom menempati potongan

lingkaran pada roda roulette secara proporsional sesuai dengan nilai fitnessnya. Kromosom yang memiliki nilai fitness lebih besar menempati potongan lingkaran yang lebih besar. Metode *roulette-wheel* dapat diimplementasikan dalam pemrograman dengan beberapa langkah. Pertama, dibuat interval nilai kumulatif (dalam interval [0,1]) dari nilai fitness masing-masing kromosom dibagi total fitness dari semua kromosom. Sebuah kromosom akan terpilih jika bilangan random yang dibangkitkan berada dalam interval akumulatifnya.

Operator genetika bertujuan untuk merekombinasi kromosom. Dalam tugas akhir ini digunakan dua operator genetika yang direpresentasikan sebagai fungsi, yaitu fungsi *crossover* dan fungsi *mutation*.

Pindah silang (*crossover*) akan dilakukan pada beberapa kromosom pada setiap generasi. Akan tetapi, setiap *crossover* dikontrol oleh nilai P_c (*crossover rate*). Dengan kata lain, algoritma akan membangkitkan nilai random antara [0 1] untuk setiap kromosom. Jika nilai yang dibangkitkan lebih kecil dari nilai P_c , maka *crossover* dapat dilakukan pada kromosom tersebut. Untuk mencapai tujuan yang lebih akurat maka *crossover point* dipilih secara acak untuk setiap generasi.



Gambar 4. Crossover pada bit ke-3 dari LSB

Tidak seperti *crossover*, mutasi bekerja pada bit demi bit. Oleh karena itu, jika diberikan peluang mutasi (mutation rate) $P_m = 0,01$, populasi diperkirakan akan melakukan mutasi 1% bit. Misalnya, jika ada 20 kromosom dengan 5 bit di masing-masing, maka paling sedikit $20 \times 5 \times 0,01 = 1$ mutasi diharapkan terjadi.



Gambar 5. Contoh mutasi kromosom yang dilakukan pada bit ke-6

Kromosom baru akan muncul pada setiap generasi. Walaupun kromosom – kromosom baru tersebut memenuhi kriteria jarak terpendek, namun bukan berarti itu menjadi sebuah solusi jika lintasan yang dilalui melewati penghalang. Begitu juga

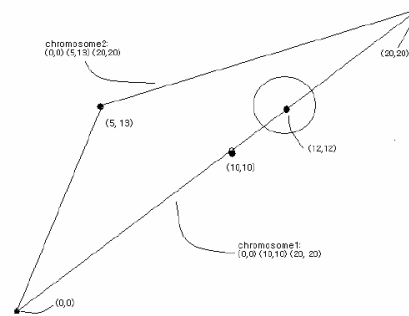
dengan titik acuan tidak boleh berada pada penghalang. Untuk itu perlu dilakukan pengecekan, contoh: sebuah kromosom dengan 1 titik acuan: [(0,0) (10,10) (20,20)]. Dan juga sebuah penghalang diletakkan di (12,12) dengan radius 2. Kemudian mulai dari garis pertama yang dibentuk oleh 2 titik acuan [(0,0) (10,10)], algoritma akan melakukan pengecekan apakah garis tersebut melalui penghalang. Penghalang dapat di ekspresikan sebagai berikut

$$(x - 12)^2 - (y - 12)^2 = 4 \quad (3.2.1)$$

Dan persamaan untuk garis ialah $y = x$ dimana

$$0 < x < 10 \quad (3.2.2)$$

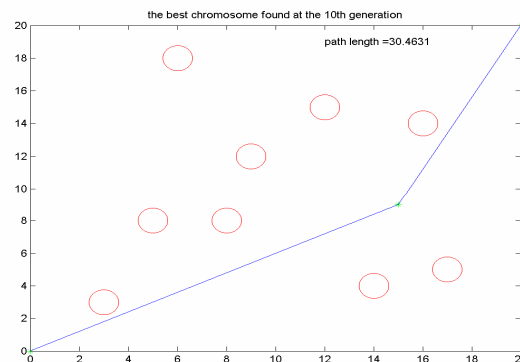
Gabungkan kedua persamaan (3.2.1) dan (3.2.2) akan menghasilkan dua hasil yang memungkinkan. Jika koordinat X dari penghalang berada diantara 2 titik acuan yang diberikan dan kedua solusi memiliki nilai real. Maka algoritma akan menyatakan bahwa garis tersebut akan melalui penghalang dan akan mengeliminasi kromosom tersebut.



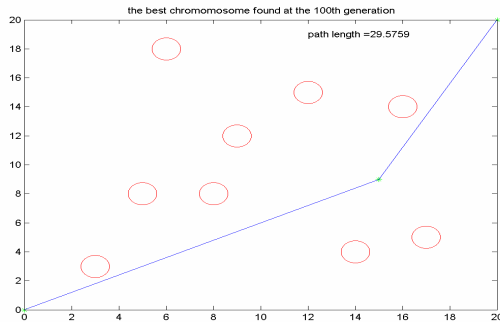
Gambar 6. Contoh lintasan dengan sebuah penghalang

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Piranti lunak penerapan algoritma genetika pada perencanaan lintasan kendaraan dibuat menggunakan Matlab 7.1 dengan sistem operasi Microsoft Windows XP.

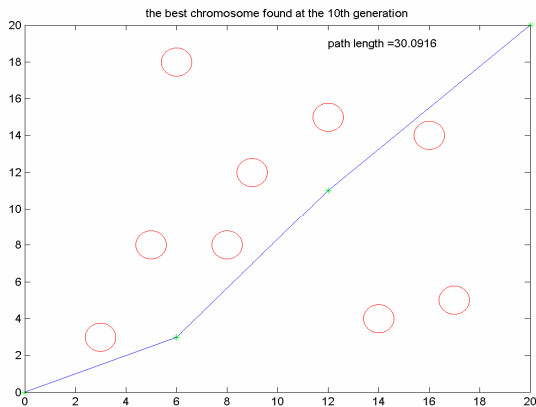


Gambar 7. Lintasan terbaik pada generasi ke-10 dengan 1 titik acuan

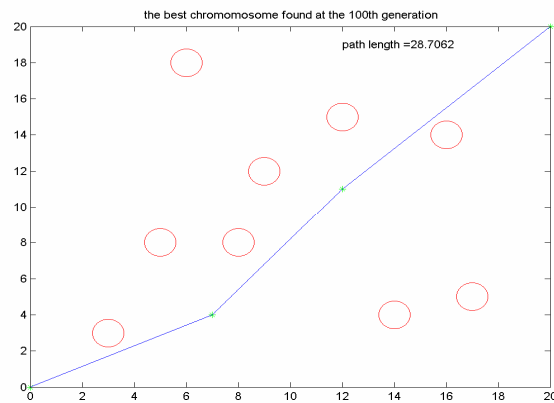


Gambar 8. Lintasan terbaik pada generasi ke-100 dengan 1 titik acuan

Hasil dari kedua gambar di atas ada perbedaan pada jumlah generasi dan hasil yang ditemukan. Pada gambar 7. dilakukan iterasi sampai pada generasi ke-10 dan pada gambar 8. dilakukan iterasi sampai pada generasi ke-100. Dimana jarak yang ditempuh pada gambar 8. lebih kecil dibandingkan dengan gambar 7. Hal ini menunjukkan bahwa hasil yang ditemukan pada iterasi ke-100 lebih baik daripada hasil pada iterasi ke-10.



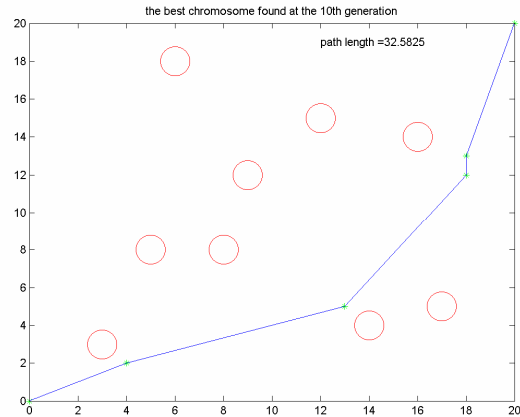
Gambar 9. Lintasan terbaik pada generasi ke-10 dengan 2 titik acuan



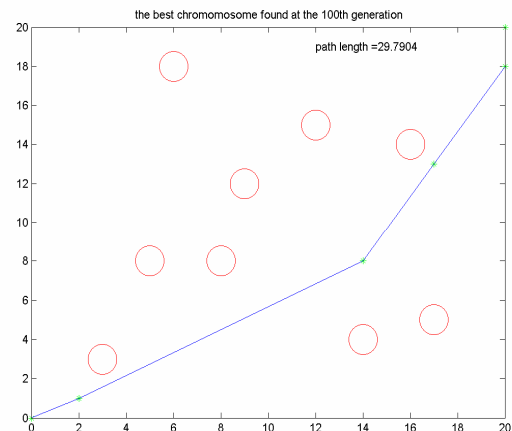
Gambar 10. Lintasan terbaik pada generasi ke-100 dengan 2 titik acuan

Hasil dari kedua gambar di atas ada perbedaan pada jumlah generasi dan hasil yang

ditemukan. Pada gambar 9. dilakukan iterasi sampai pada generasi ke-10 dan pada gambar 10. dilakukan iterasi sampai pada generasi ke-100. Dimana jarak yang ditempuh pada gambar 10. lebih kecil dibandingkan dengan gambar 9. Hal ini menunjukkan bahwa hasil yang ditemukan pada iterasi ke-100 lebih baik daripada hasil pada iterasi ke-10.



Gambar 11. Lintasan terbaik pada generasi ke-10 dengan 4 titik acuan



Gambar 12. Lintasan terbaik pada generasi ke-100 dengan 4 titik acuan

Hasil dari kedua gambar di atas ada perbedaan pada jumlah generasi dan hasil yang ditemukan. Pada gambar 11. dilakukan iterasi sampai pada generasi ke-10 dan pada gambar 12. dilakukan iterasi sampai pada generasi ke-100. Dimana jarak yang ditempuh pada gambar 12. lebih kecil dibandingkan dengan gambar 11. Hal ini menunjukkan bahwa hasil yang ditemukan pada iterasi ke-100 lebih baik daripada hasil pada iterasi ke-10.

Lintasan terpendek yang didapatkan adalah 28,7062 satuan yang didapat pada generasi ke-100 dengan 2 titik acuan.

PENUTUP

Dari hasil analisa dan pembahasan terhadap perangkat lunak, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut : *pertama*, Algoritma genetika memiliki kemampuan untuk melakukan pendekatan pada masalah perencanaan lintasan kendaraan.

Kedua, Algoritma genetika menghasilkan jarak terpendek pada iterasi yang lebih besar dengan titik acuan yang sama. Semakin banyak iterasi yang dilakukan semakin baik hasil yang ditemukan.

Ketiga, Lintasan terpendek didapat pada generasi ke-100 dengan 2 titik acuan. Hal ini menunjukkan bahwa pada permasalahan tugas akhir ini dengan 2 titik acuan algoritma genetika telah dapat menemukan hasil paling optimum.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk penelitian ke depan adalah sebagai berikut : *pertama*, Perlu dilakukan perbandingan dengan metode atau pendekatan yang lain, seperti algoritma koloni semut (ACO).

Kedua, Untuk pengujian lebih lanjut perlu dilakukan penerapan hasil pada perangkat keras dalam hal ini kendaraan.

Ketiga, Perlu dilakukan perencanaan lintasan pada ruang lingkup yang lebih kompleks, seperti peta 3 dimensi (3D).

DAFTAR PUSTAKA

Mitchel, M., *An introduction to genetic algorithms*, Prentice MIT Press, 1996.

Kusumadewi Sri, Purnomo Hari, *Penyelesaian Masalah Optimasi dengan teknik-teknik Heuristik*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2005.

Suyanto, *Algoritma Genetika dalam MATLAB*, Andi, Yogyakarta, 2005.

Man, K.F., Tang, K.S., Kwong, S., dan Halang, W.A., *Genetic algorithms for control and Signal Processing*, 2001.

....., Matlab Genetic Algorithms Toolbox

<http://www.mathworks.com>.



Hendry Henrikus Lumbantobing (L2F 003 510) Lahir di Tarutung, 8 Pebruari 1985. Saat ini masih menjadi Mahasiswa S1 di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang dengan konsentrasi Teknik Kontrol Otomatik.

Mengetahui dan Mengesahkan :

Pembimbing I

Achmad Hidayatno, S.T., M.T.
NIP. 132 137 933
Tanggal :

Pembimbing II

Darjat, S.T, M.T.
NIP. 132 231 135
Tanggal :