

OPTIMASI PERENCANAAN JALUR PADA *MOBILE ROBOT* BERBASIS ALGORITMA GENETIKA MENGGUNAKAN POLA DISTRIBUSI NORMAL

Bayu Sandi Marta¹⁾, Djoko Purwanto²⁾

^{1), 2)} Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
Kampus ITS Keputih, Sukolilo, Surabaya 60111, Jawa Timur
Email : bayoesandi@yahoo.com¹⁾, djoko@ee.its.ac.id²⁾

Abstrak

Proses perencanaan jalur pada suatu mobile robot harus memperhatikan tingkat keamanan dan jarak tempuh dari jalur yang dibuat. Beberapa penelitian sebelumnya, dalam proses perencanaan jalur menggunakan beberapa metode seperti djikstra dan algoritma genetika (GA). Dalam GA jalur yang dihasilkan berdasarkan dari titik bantu (via point) yang disebar pada seluruh area. Permasalahan yang muncul adalah ketika jumlah via point tetap dan disebar pada suatu area yang luasannya besar maka akan menyebabkan jalur yang terbentuk kurang optimal dalam hal jarak lintasan. Berbeda apabila luasan areanya lebih kecil, maka persebaran titik bantu ini akan lebih rapat sehingga peluang untuk menghasilkan jalur yang lebih pendek dan aman akan lebih tinggi. Dengan menggunakan distribusi normal, maka persebaran titik bantu ini akan di atur mendekati dengan acuan garis lurus antara posisi aktual robot dan titik tujuan. Hasil yang didapatkan dengan menambahkan distribusi normal dan pembagian wilayah menunjukkan bahwa jalur yang dibentuk lebih baik dengan panjang lintasan yang dibuat lebih pendek.

Kata kunci: Mobile Robot, Algoritma Genetika, Distribusi Normal, Pembagian Wilayah, Titik Bantu.

1. Pendahuluan

Perencanaan jalur adalah suatu isu penting dalam dunia robotika. Faktor keamanan dan jarak adalah parameter yang sering dijadikan acuan dalam suatu proses perencanaan jalur. Suatu jalur dikatakan aman apabila jalur tersebut bebas dari halangan yang mengganggu robot selama bergerak. Panjang jalur dapat mempengaruhi waktu tempuh sehingga jalur yang pendek relatif lebih baik daripada jalur yang panjang. Namun jalur yang pendek dikatakan baik apabila tidak terdapat halangan didalamnya. Metode optimasi jalur yang sudah dikembangkan antara lain oleh Gihan Nagib dan W. Gharieb [1], yang menggunakan GA dalam proses perencanaan jalur. Algoritma ini digunakan untuk menemukan jalur yang optimal yaitu memiliki jarak tempuh terpendek dan tidak terdapat halangan. Dalam bidang kerja 2D, posisi robot dan titik tujuan ditentukan. Titik bantu disebar dalam bidang kerja dan setiap titik tersebut direpresentasikan sebagai gen yang dinyatakan dalam kode biner. Panjang kromosom menunjukkan

jumlah halangan dalam bidang kerja. Hasil yang didapatkan dari metode ini menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan yang tinggi. Dalam metode ini proses peletakan titik bantu berpengaruh terhadap jalur yang dihasilkan. Bima Sena Bayu D [2]. Menggunakan Compact genetic algorithm (cGA) mampu menghasilkan jalur dengan jarak yang pendek serta menghindari halangan yang ada. Sama seperti dengan Gihan Nagib dan W. Gharieb, keluaran dari algoritma ini sangat bergantung kepada peletakan titik bantu. Kondisi peletakan yang acak memungkinkan beberapa titik bantu berada pada posisi yang berjauhan dari titik lain sehingga menyebabkan jalur yang dihasilkan cenderung melebar dan menjadi lebih panjang. Muhammad Saleem Ullah Khan Sumbal [3] dalam tesisnya menyajikan suatu metode dalam peletakan titik bantu dengan cara menyebar titik bantu pada tepi halangan. Apabila terdapat tepi halangan yang berbentuk lingkaran maka dilakukan proses transformasi menjadi suatu sudut. Untuk mengantisipasi robot menumbuk halangan maka dilakukan proses *scalling* pada halangan hingga satu setengah kali dari besar. Cara ini menghasilkan jalur dengan tingkat keamanan yang tinggi namun tingkat kehalusan jalur masih rendah karena pada jalur yang dihasilkan robot akan selalu berjalan disebelah halangan seolah-olah mengikuti bentuk dari halangan. Apabila halangan berada jauh dari titik tujuan maka jalur yang dihasilkan juga akan lebih panjang.

Dengan memperhatikan hasil yang telah dicapai diatas, maka secara umum suatu jalur dapat dikatakan optimal apabila memiliki kriteria panjang lintasan yang terpendek, aman dari halangan, dan lintasan yang halus. Makalah ini menyajikan optimasi algoritma genetika dalam proses perencanaan jalur pada *mobile robot* dengan menggunakan pola persebaran distribusi normal dalam proses persebaran titik bantu. Titik bantu ini akan terhubung satu sama lain sehingga menjadi suatu jalur. Penggunaan pola distribusi normal ini dengan memperhatikan nilai rata-rata dan simpangan baku yang akan mempengaruhi persebaran dari titik-titik bantu tersebut.

1.1. Algoritma Genetika Dalam Proses Perencanaan Jalur.

Gihan Nagib, dkk[1] algoritma genetika dalam proses perencanaan jalur adalah dengan mempertahankan populasi dari calon solusi yang direpresentasikan dalam kode *biner* atau disebut kromosom. Sejumlah kromosom

dievaluasi dengan menggunakan fungsi *fitness*. faktor-faktor dalam fungsi *fitness* meliputi tingkat keamanan jalur dan panjang jalur yang dibuat. Didalam kromosom terdapat gen yang mana masing-masing gen ini mewakili dari titik-titik bantu yang dibuat secara acak. Kumpulan dari kromosom membentuk suatu populasi. Populasi awal biasanya dibangkitkan secara acak. Setelah melewati fase evaluasi berdasarkan fungsi *fitness*, maka akan didapatkan individu (kromosom) yang terbaik (*parent*). Individu terbaik inilah yang akan menghasilkan individu baru yang diharapkan lebih baik dari individu *parent*. Proses ini dinamakan reproduksi.

Berikut tahapan-tahapan dalam algoritma genetika :

1. Populasi yang ada dievaluasi menggunakan fungsi *fitness* dan diurutkan sesuai dengan hasil *fitness* yang terbaik.
2. GA memilih individu *parent* dari populasi terbaik yang diurutkan berdasarkan nilai *fitness*-nya.
3. GA menghasilkan individu anak dari individu *parent* yang terpilih dengan menggunakan *crossover* dengan operator *and* atau *or*.

Tahap evaluasi dengan fungsi *fitness* bertujuan untuk mencari nilai *fitness* dari masing-masing individu. Benjamin J. Lynch[4] mengatakan bawah *fitness* berisikan segala macam permasalahan yang ingin digunakan sebagai parameter untuk mendapatkan suatu nilai maksimal atau minimal. Dalam proses perencanaan jalur robot, parameter yang digunakan dari fungsi *fitness* dapat berupa tingkat keamanan dan jarak antar gen dalam rangkaian kromosom pada suatu individu.

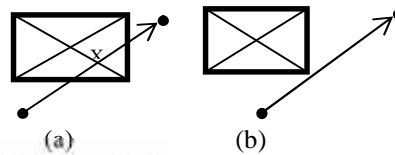
A. Rangel-Merino, dkk[5] mengatakan bahwa *crossover* adalah suatu tahapan dimana rangkaian kromosom dibagi menjadi beberapa segmen. Segmen ini akan ditukar dengan segmen lain pada rangkaian kromosom dari individu yang berbeda. Hasil dari *crossover* ini akan menghasilkan suatu individu baru.

1.2. Pendeteksian Halangan

Pendeteksian halangan digunakan untuk mengetahui tingkat keamanan dari suatu jalur. Diilustrasikan halangan adalah suatu persegi, maka dibuat dua garis diagonal yang titik potongnya terletak dipusat persegi. Garis ini berfungsi sebagai garis bantu yang mana apabila jalur memotong salah satu atau kedua garis dalam jangkauan luas halangan, maka jalur tersebut dikategorikan jalur yang tidak aman.

Gambar 1a. menunjukkan jalur memotong halangan pada titik X, gambar 1b menunjukkan bahwa jalur tidak memotong halangan.

Untuk mencari titik potong dua garis maka digunakan persamaan dibawah ini:



Gambar 1. Ilustrasi Keamanan Jalur

$$y_1 = m_1 * x + c_1 \dots\dots\dots (1)$$

$$y_2 = m_2 * x + c_2 \dots\dots\dots (2)$$

$$y_1 = y_2 \dots\dots\dots (3)$$

1.3. Jarak Antara Titik Bantu

Untuk mengetahui panjang lintasan digunakan persamaan *eucclidean distance* sebagai berikut :

$$d(P_{i+1}, P_i) = \sqrt{(X_{i+1} - X_i)^2 + (Y_{i+1} - Y_i)^2} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

- $d(P_{i+1}, P_i)$ = Jarak titik ke-i terhadap titik ke (i+1).
- X_{i+1} = Koordinat X titik ke (i+1)
- X_i = Koordinat X titik ke-i
- Y_{i+1} = Koordinat Y titik ke (i+1)
- Y_i = Koordinat Y titik ke-i

1.4. Distribusi Normal

Jonathan Marchono[6] mengatakan bahwa distribusi normal adalah salah satu distribusi probabilitas yang memiliki parameter berupa nilai rata rata (μ) dan simpangan baku (σ). Distribusi normal memiliki beberapa sifat penting yaitu :

1. Grafiknya selalu diatas sumbu datar x.
2. Semakin besar σ , kurva semakin rendah dan lebar.
3. Semakin kecil σ , kurva semakin tinggi dan sempit.

Adapun persamaan dari distribusi normal adalah sebagai berikut:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

- σ adalah simpangan baku.
- μ adalah nilai rata-rata (*mean*).

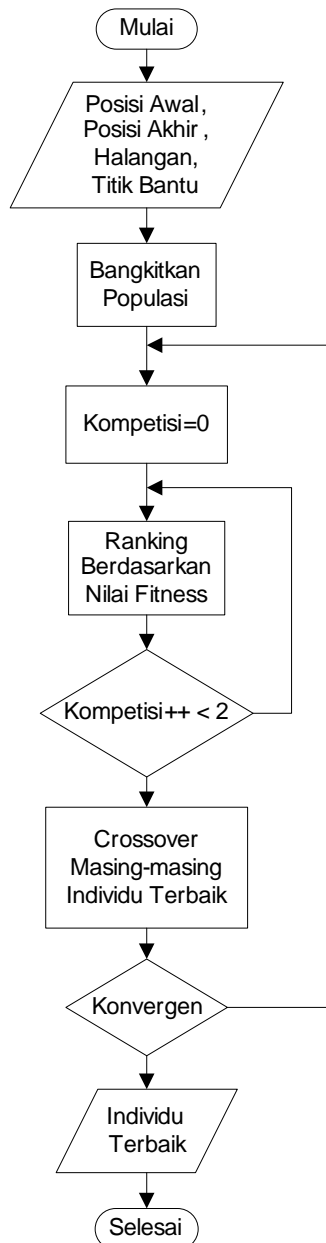
dengan merubah nilai dari μ dan σ maka posisi dan bentuk dari disribusi akan berubah juga.

2. Pembahasan

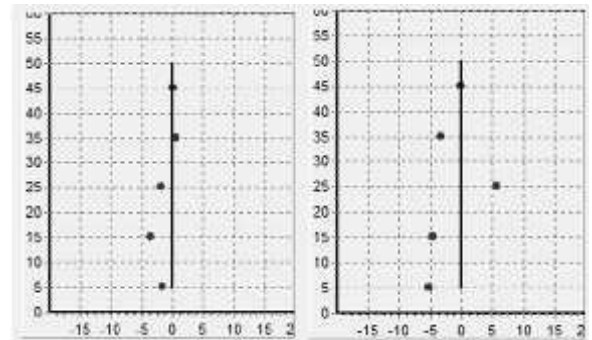
Pada penelitian ini dibuat dua simulator GA dengan satu simulator menggunakan metode yang penulis ajukan yaitu pola distribusi normal terhadap persebaran titik

bantu. Simulator lainnya dibuat dengan menggunakan pola persebaran secara acak. Kedua simulator ini akan diuji untuk mengetahui apakah metode yang diajukan akan memberikan hasil yang lebih baik.

Pada tahap pengujian sistem, langkah pertama adalah melakukan inisialisasi titik awal dan titik tujuan kemudian memetakan posisi halangan. Pada penelitian ini digunakan dua buah halangan dengan luasan halangan telah ditentukan. Setelah itu dibangkitkan titik bantu. Berikut ini adalah langkah yang dilakukan dalam pembuatan simulasi algoritma genetika.



Gambar 2. Flowchart Perencanaan Jalur Berbasis GA



Gambar 3. Pengaruh Simpangan Baku Terhadap Persebaran Titik Bantu

Pada proses pembangkitan titik bantu, digunakan pola persebaran dengan distribusi normal dan membatasi persebaran dalam wilayah yang terbatas. Dengan mengasumsikan bahwa titik robot saat ini dan titik *finish* membentuk jalur robot maka persebaran dari titik bantu akan berada disekitar jalur tersebut. dengan membagi jalur tersebut menjadi beberapa bagian maka titik koordinat Y dari masing-masing bagian adalah nilai rata rata dari fungsi distribusi normal. Nilai simpangan baku ditentukan sebagai sebuah konstanta yang mana ketika nilai lebih besar maka persebaran titik bantu akan semakin lebar dan apabila nilai semakin kecil maka persebaran titik bantu akan semakin rapat. Hasil dari fungsi distribusi normal adalah suatu nilai yang diposisikan sebagai titik koordinat X seperti pada gambar 3.

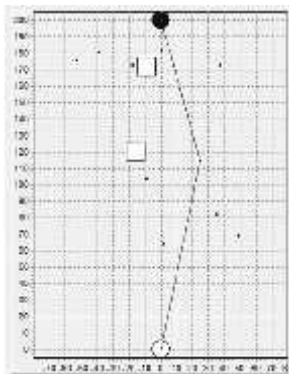
Percobaan dilakukan dengan memberikan parameter GA yaitu :

1. Bidang kerja 160 x 200
2. Jumlah Halangan = 2
3. Jumlah Titik Bantu = 2
4. Jumlah Individu = 50
5. Jumlah individu dalam tournament = 5
6. Peluang Crossover = 2

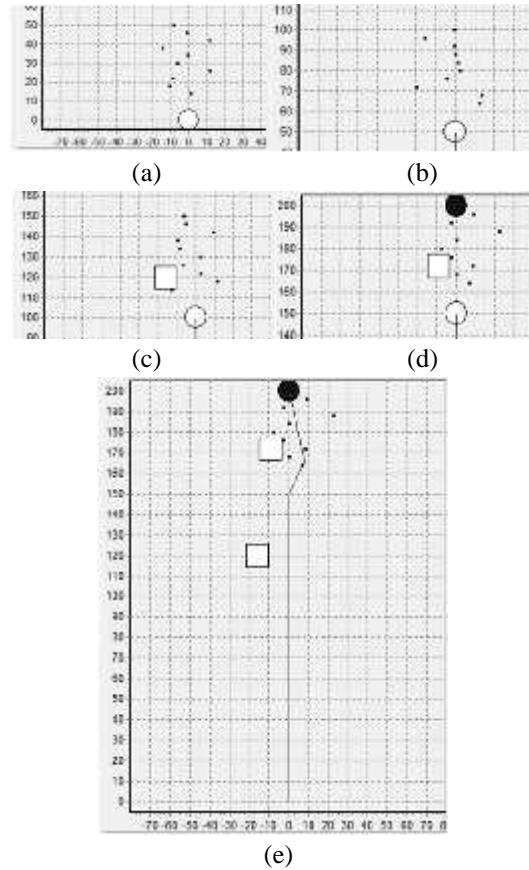
Gambar 4 menunjukkan hasil percobaan perencanaan jalur berbasis GA dengan menggunakan pola persebaran titik bantu secara acak. Proses GA berjalan satu kali diawal dan akan menghasilkan jalur mulai dari titik awal (0,0) hingga titik tujuan (0,200). Jalur yang dihasilkan menunjukkan tingkat keamanan yang baik karena tidak menumbuk halangan. Berdasarkan posisi titik bantu yang dihasilkan, jarak lintasan yang terbentuk adalah jarak yang terpendek dari sekian kemungkinan jalur aman yang terbentuk. Jarak total yang dihasilkan adalah 206.286. pada percobaan ini tampak bahwa pola persebaran titik bantu yang acak di seluruh area menyebabkan jarak antara titik bantu menjadi renggang dan relatif berjauhan. Karena jalur terbentuk dengan

menghubungkan antara dua titik maka hasil dari proses GA dengan pola persebaran acak ini menghasilkan jalur yang lurus dan panjang. sehingga apabila terdapat halangan maka jalur yang dihasilkan akan berbelok menuju titik bantu yang aman namun jarak titik bantu yang terlalu jauh menyebabkan jalur yang dihasilkan kurang optimal dalam hal jarak.

Gambar 5 menunjukkan hasil percobaan perencanaan jalur berbasis GA dengan pola persebaran titik bantu menggunakan pola distribusi normal. Nilai simpangan baku diberikan sebesar 100. Dan nilai rata-rata adalah koordinat Y berdasarkan proses pembagian wilayah. Jalur yang dihasilkan menunjukkan tingkat keamanan yang baik karena tidak terjadi tumbukan dengan halangan. Jarak lintasan yang dihasilkan sebesar 203.352. jarak ini lebih pendek apabila dibandingkan dengan GA yang persebaran titik bantu secara acak. Hal ini disebabkan proses GA dilakukan disetiap bagian wilayah. Pada percobaan ini, area 200x160 dibagi menjadi 4 wilayah berdasarkan sumbu Y. masing-masing wilayah menghasilkan Jalur yang diproses oleh GA. Proses yang dilakukan berurutan mulai dari wilayah pertama lalu kedua hingga selesai. Pembagian wilayah ini menyebabkan jarak dari titik bantu menjadi lebih rapat. Posisi titik bantu akan mendekati jalur yang terpendek antara posisi aktual dan posisi akhir. Sehingga peluang titik bantu berada pada posisi yang jauh dari jalur terpendek akan semakin kecil sesuai dengan pola distribusi normal. Variabel simpangan baku akan menentukan seberapa jauh proses persebaran titik bantu ini. Proses ini menyebabkan panjang jalur yang dihasilkan menjadi lebih pendek. Karena jalur akan berbelok ketika halangan berada dalam jangkauan per wilayahnya dan berbeloknya tidak akan jauh karena persebaran titik bantu cenderung rapat.



Gambar 4. GA dengan Persebaran Titik Bantu Secara Acak



Gambar 5. GA dengan Persebaran Titik Menggunakan Pola Distribusi Normal dan Dibagi Menjadi 5 Wilayah.

Dari data diatas tampak bahwa pola persebaran titik bantu menggunakan pola distribusi normal memberikan hasil yang lebih optimal. Panjang total jalur yang dihasilkan dapat lebih pendek dan memiliki tingkat keamanan yang sama baiknya dengan GA yang persebaran titiknya secara acak.

3. Kesimpulan

1. Algoritma GA dengan pola persebaran titik bantu secara acak maupun normal dapat menyelesaikan persoalan perencanaan jalur dengan memperhatikan parameter tingkat keamanan dan jarak terpendek.
2. Penggunaan distribusi normal dan pembatasan wilayah dalam pola persebaran titik bantu mampu menghasilkan total jalur dengan jarak yang lebih pendek dibandingkan dengan pola persebaran titik secara acak.
3. Nilai simpangan baku mempengaruhi pola persebaran titik bantu sehingga akan berpengaruh juga terhadap individu solusi dari GA.
4. Parameter fungsi *fitness* yang digunakan adalah tingkat keamanan jalur, jarak lintasan serta jumlah titik bantu yang dipakai menunjukkan hasil yang baik.

Daftar Pustaka

- [1] Gihan Nagib and w. Gharieb, "Path Planning For A Mobile Robot Using Genetic Algorithm", electrical engineering Department, faculty of engineering Cairo University – Fayoum Branch.
- [2] Bima Sena Bayu D dan Djoko Purwanto, "Perencanaan Jalur Mobile Robot Pada Lingkungan Dinamis Berbasis Compact Genetic Algorithm" in *Proc. Seminar Nasional Informatika 2009*, B17-B-23, 23 mei 2009
- [3] Muhammad Saleem Ullah Khan Sumbal, "Environment Detection and Path Planning Using the e-puck Robot", Magister Program, University of Giron, Catalonia.
- [4] Benjamin J. Lynch. 2006. Optimizing With Genetic Algorithm [PowerPoint slides]. Retrieved from <https://www.msi.umn.edu/sites/default/files/OptimizingWithGA.pdf>
- [5] A. Rangel-Merino, J.L. Lopez-bonilla, R. Linares y Miranda. 2005. *Optimization Method based on Genetic Algorithm*. Apeiron, Vol.12 No 4. Oktober.
- [6] Jonathan Marchini. The Normal Distribution. Departtemen of Statistics University of Oxford. Tersedia : <http://www.stats.ox.ac.uk/~marchini/teaching/L6/L6.slide.s.pdf> [diakses 20 Oktober 2013].

Biodata Penulis

Bayu Sandi Marta, Memperoleh gelar Sarjana Sains Terapan (S.ST), Program Studi Teknik Komputer PENS. Lulus tahun 2011. Saat ini menempuh studi magister di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Jurusan Teknik Elektro bidang keahlian Teknik Elektronika.

Djoko Purwanto, Sebagai dosen pengajar di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Jurusan Teknik Elektro bidang keahlian Teknik Elektronika.

