

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Masalah perencanaan jalur didefinisikan sebagai masalah untuk menemukan jalur dalam suatu ruang konfigurasi yang dimulai dari suatu lokasi awal untuk mencapai lokasi tujuan sambil memenuhi serangkaian aturan [1]. Perencanaan jalur memiliki aplikasi di berbagai bidang, seperti mobil otonom, aplikasi medis, animasi grafis, transportasi sel, dan bedah robotik [2] - [6]. Algoritma perencanaan jalur dapat dibagi menjadi beberapa kelas utama, seperti *variational methods*, *graph search method*, dan *incremental search methods* [1, 7].

Algoritma pencarian jalur seperti Dijkstra dan A* memiliki sifat *resolution-complete* dan *resolution-optimal* [8]. Artinya, kelengkapan dan optimalitas algoritma hanya bisa dijamin jika resolusi diskritisasi dari ruang konfigurasi cukup baik. Namun, resolusi yang baik mungkin sulit dicapai dalam ruang berdimensi tinggi [9]. Selain itu, algoritma *sampling-based method* merupakan contoh dari metode pencarian jalur berbasis *incremental search*.

Algoritma SBP merupakan salah satu metode perencanaan jalur yang sering digunakan karena algoritma SBP memiliki kemampuan menghindari kebutuhan akan diskritisasi ruang konfigurasi. Ini membuat algoritma SBP lebih efektif terhadap berbagai ukuran ruang konfigurasi [10]. Contoh metode SBP adalah algoritma *rapidly-exploring random trees* (RRT) [11] dan *rapidly-exploring random trees* (RRT*) [12]. Algoritma RRT yang diusulkan oleh S.M. Lavelle mampu memberikan solusi yang cepat dalam sistem multi-dimensi [13]. Tetapi memiliki kelemahan yaitu memberikan solusi sub-optimal [14]. Algoritma RRT kemudian dikembangkan menjadi RRT* yang dikembangkan oleh S. Karaman

[15]. Algoritma RRT* mampu memberikan solusi optimal [16]. Namun, algoritma RRT* memiliki kelemahan berupa kecepatan konvergensi yang lambat [17-19].

Algoritma selain SBP yang sering digunakan dalam permasalahan path planning adalah algoritma *swarm intelligence* (SI). *Particle swarm optimization* (PSO) [4], *ant colony system* (ACS) [20, 21], dan *ant colony optimization* (ACO) [22] merupakan bagian dari metode SI. Algoritma SI seperti ACS yang dikembangkan oleh Dorigo dan Gambardella dapat digunakan untuk menghasilkan jalur optimal dari informasi jalur yang kurang optimal sebelumnya [23- 25]. Sedangkan implementasi algoritma ACO dalam perencanaan jalur telah dibahas beberapa kali pada penelitian sebelumnya [26- 29]. Adapun hasil yang didapatkan adalah dibutuhkan diskritisasi dari ruang konfigurasi. Namun, menggunakan diskritisasi di lingkungan pencarian akan mengurangi kinerja algoritma dalam ruang konfigurasi yang berdimensi tinggi [30]. Algoritma perencanaan jalur kemudian banyak dihibridasi untuk mendapatkan performansi yang lebih baik.

A. Viseras, dkk kemudian mengusulkan sebuah algoritma perencanaan jalur dengan menghibridasi algoritma RRT dan ACO [31]. Selain itu P. Guo dan L. Zhu mengusulkan algoritma perencanaan jalur dengan semut untuk domain kontinu menggunakan RRT* dan ACO_R . ACO_R adalah perpanjangan dari algoritma ACO untuk domain kontinu [32]. M. Aria kemudian melakukan penelitian dengan judul “*Path Planning Algorithm Using Informed Rapidly Exploring Random Tree*-Connect with Local Search*” [33]. Hasil dari penelitian ini adalah diusulkan sebuah hibridasi antara algoritma *informed RRT*-Connect* dengan *local search*. Hasil dari pengusulan algoritma ini diperoleh peningkatan pada kecepatan konvergensi yang

lebih baik dari algoritma RRT*. M. Aria juga kembali mengusulkan beberapa hibridasi algoritma untuk permasalahan *path planning*. Hibridasi algoritma *breadth first search* (BFS) dan *path smoothing* yang kemudian memberikan hasil berupa sifat optimal asimptotik namun memiliki kecepatan konvergensi yang lambat [34]. Kemudian hibridasi antara algoritma RRT dan *Probabilistic Roadmap Planners* (PRM) yang menghasilkan sebuah algoritma dengan kemampuan kecepatan konvergensi, namun algoritma tidak dapat bersifat asimptotik optimal [35].

Dari hasil beberapa penelitian yang disebutkan sebelumnya, kombinasi antar dua algoritma seperti hibridasi diantara algoritma RRT dan PRM, BFS yang dikombinasikan dengan *path smoothing*, lalu RRT* dan *local search* memberikan performansi yang lebih baik. Dan bisa disimpulkan bahwa hibridasi antar dua algoritma selalu menghasilkan perbaikan dari penelitian-penelitian sebelumnya. Namun, dari penelitian yang disebutkan sebelumnya, belum ada algoritma yang bisa menghasilkan sifat asimptotik optimal dan nilai konvergensi yang didapatkan relatif lambat.

Maka dari itu, dinilai akan lebih baik jika terdapat sebuah algoritma yang bisa digunakan untuk perencanaan jalur yang mampu menghasilkan sifat asimptotik optimal dan bisa menghasilkan nilai konvergensi yang cepat. Seperti yang disebutkan sebelumnya bahwa kelebihan dari algoritma SBP seperti RRT dan RRT* adalah kemampuannya untuk menghasilkan jalur dengan cepat, namun memiliki kelemahan yaitu jalur yang dihasilkan kurang optimal sedangkan algoritma SI seperti ACS dan ACO dapat digunakan untuk menghasilkan jalur yang optimal dari informasi jalur sebelumnya yang kurang optimal, sehingga jika

digabungkan dinilai bisa mendapatkan nilai konvergensi yang cepat dan memiliki sifat asimtotik yang optimal.

Namun sepengetahuan penulis, belum ada penelitian sebelumnya yang mencoba untuk meningkatkan performansi algoritma perencanaan jalur menggunakan hibridasi algoritma SBP seperti RRT dan algoritma SI seperti PSO. Maka pada tugas akhir ini peneliti akan melakukan hibridasi algoritma RRT dan algoritma PSO untuk mengembangkan algoritma perencanaan jalur dengan menggunakan bahasa pemrograman LabVIEW.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut.

1. Dibutuhkan algoritma perencanaan jalur yang dapat menghasilkan solusi sub-optimal namun memiliki kecepatan konvergensi yang cepat.
2. Algoritma perencanaan jalur yang diimplementasikan pada sistem saat ini membutuhkan algoritma perencanaan jalur yang lebih optimal dengan performansi yang lebih baik.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah diuraikan sebelumnya, dapat dirumuskan identifikasi masalah sebagai berikut.

1. Apakah dapat dilakukan pengembangan algoritma perencanaan jalur dengan menggunakan kombinasi algoritma RRT dan algoritma PSO?
2. Apakah pengembangan algoritma perencanaan jalur yang baru dengan menggunakan kombinasi algoritma SBP dan algoritma SI memiliki performansi yang lebih baik daripada algoritma yang digunakan saat ini ?

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan sebelumnya, dapat dirumuskan tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengusulkan sebuah algoritma perencanaan jalur yang baru dengan menggunakan kombinasi algoritma RRT dan algoritma PSO.
2. Menghasilkan algoritma perencanaan jalur untuk memperoleh algoritma dengan performansi yang lebih baik daripada algoritma perencanaan jalur yang digunakan saat ini.

1.5 Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah yang ditetapkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Membandingkan performansi algoritma yang diusulkan dengan algoritma yang sering digunakan dalam publikasi ilmiah dalam masalah *path planning* yaitu algoritma RRT*, dan Informed RRT* dengan menggunakan beberapa kasus benchmark atau lingkungan percobaan.
2. Lingkungan yang digunakan diantaranya adalah *clutter*, *multiple narrow passages*, *square field*, dan *tough passages*.

1.6 Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Tinjauan Pustaka

Pada tahapan tinjauan pustaka, peneliti akan mencari dan mempelajari berbagai macam penelitian yang telah ada sebelumnya. penelitian yang

dimaksud adalah penelitian yang berkaitan dengan algoritma perencanaan jalur.

2. Studi Literatur

Pada tahapan studi literatur, peneliti akan mempelajari teknik yang akan digunakan sesuai dengan penelitian yang akan dilakukan seperti perancangan program perangkat lunak pada LabVIEW serta pembacaan dan sistem kerja algoritma.

3. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Pada tahapan perancangan, peneliti akan melakukan proses perancangan algoritma dengan menggunakan perangkat lunak LabVIEW sesuai dengan teknik yang telah dipelajari oleh peneliti.

4. Implementasi

Algoritma yang dikembangkan akan diimplementasikan dan dijadikan sebagai navigasi untuk menemukan jalur pada sebuah robot *car control*.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penulisan laporan penelitian akan dibuat sistematika penulisan agar mempermudah dalam penyusunan laporan. Laporan tugas akhir ini terdiri dari 5 bab, antara lain ada berikut ini :

1. BAB I Pendahuluan

BAB I Pendahuluan merupakan uraian tentang pendahuluan dari laporan penelitian ini yang mana didalam terdapat Latar Belakang Masalah, Identifikasi Masalah, Rumusan Masalah, Tujuan, Batasan Masalah, Metode Penelitian, dan Sistematika Penulisan.

2. BAB II Tinjauan Pustaka

BAB II Tinjauan Pustaka merupakan uraian terkait dengan penelitian-penelitian sebelumnya. pada bab ini juga berisi teori-teori yang melandasi acuan pada laporan penelitian ini.

3. BAB III Perancangan Sistem

BAB III Perancangan Sistem menjelaskan terkait proses perancangan dan pembuatan program yang mana didalamnya terdapat cara kerja program serta rancangan program yang telah dibuat.

4. BAB IV Pengujian dan Analisis

BAB IV Pengujian dan Analisis merupakan uraian mengenai proses pengambilan data, hasil pengujian serta analisis data hasil pengujian.

5. BAB V Kesimpulan dan Saran

BAB V Kesimpulan dan Saran merupakan uraian terkait kesimpulan akhir yang didapatkan dari penelitian yang telah dibuat. Pada bab ini juga terdapat uraian terkait saran guna mendapatkan penelitian yang lebih baik pada penelitian selanjutnya.