



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PENINGKATAN KINERJA SMARTRRT* DENGAN FASTRRT* UNTUK
PERENCANAAN GLOBAL PATH PLANNING**

LAPORAN TUGAS AKHIR



**AGUNG SANJAYA
41421110020**

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**



**PENINGKATAN KINERJA SMARTRRT* DENGAN FASTRRT* UNTUK
PERENCANAAN GLOBAL PATH PLANNING**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

AGUNG SANJAYA
41421110020
**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**

HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agung Sanjaya

NIM : 41421110020

Fakultas/Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:

“Peningkatan Kinerja SmartRRT* Dengan FastRRT* Untuk Perencanaan Global Path Planning”

adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 22 Januari 2026



Agung Sanjaya.

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : **Agung Sanjaya**
NIM : **41421110020**
Program Studi : **Teknik Elektro**
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **PENINGKATAN KINERJA SMARTRRT* DENGAN FASTRRT* UNTUK PERENCANAAN GLOBAL PATH PLANNING**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Sabtu, 7 Februari 2026** dengan hasil presentase sebesar **10 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 7 Februari 2026

Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PENGESAHAN

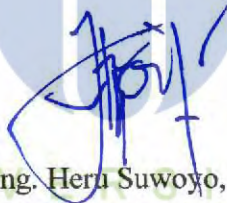
Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Agung Sanjaya
NIM : 41421110020
Fakultas/Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Peningkatan Kinerja SmartRRT* Dengan
FastRRT* Untuk Perencanaan Global Path Planning

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 27 Januari dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing



Dr.Eng. Heru Suwoyo, ST., M.Sc
NUPTK: 2146770671130403

MERCU BUANA

Jakarta, 14 Februari 2026

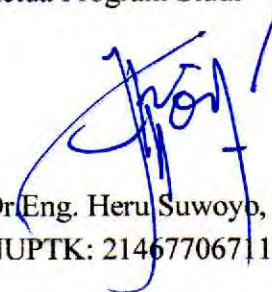
Mengetahui,

Dekan Fakultas



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NUPTK: 6639750651230130

Ketua Program Studi



Dr.Eng. Heru Suwoyo, ST., M.Sc
NUPTK: 2146770671130403

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik
3. Dr.Eng. Heru Suwoyo, ST., M.Sc selaku Ketua Program Studi Elektro
4. Dr.Eng. Heru Suwoyo, ST., M.Sc selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
5. Ranti Yunita Sari selaku istri, yang senantiasa memberikan dukungan, doa, kesabaran, serta semangat kepada penulis selama proses perkuliahan hingga penyelesaian Tugas Akhir ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 23 Januari 2026

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agung Sanjaya
NIM : 41421110020
Fakultas/Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Peningkatan Kinerja SmartRRT* Dengan FastRRT* Untuk Perencanaan Global Path Planning

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 23 Januari 2026

Yang menyatakan,



Agung Sanjaya

**PENINGKATAN KINERJA SMARTRRT* DENGAN FASTRRT* UNTUK
PERENCANAAN GLOBAL PATH PLANNING
AGUNG SANJAYA**

ABSTRAK

Perencanaan jalur (*path planning*) merupakan permasalahan fundamental dalam navigasi robot otonom, terutama pada lingkungan dengan rintangan rapat dan *narrow passage*. Algoritma *Rapidly-Exploring Random Tree Star (RRT*)* banyak digunakan karena memiliki sifat optimalitas asimtotik, namun sering mengalami keterbatasan kecepatan konvergensi akibat mekanisme *uniform sampling*. Penelitian ini mengusulkan metode **Fast-SmartRRT*** sebagai penggabungan strategi *fast sampling* dan *smart sampling* untuk mempercepat penemuan jalur awal sekaligus meningkatkan kualitas jalur akhir. Evaluasi dilakukan melalui simulasi MATLAB pada lingkungan dua dimensi (2D) dengan rintangan statis menggunakan tiga skenario lingkungan uji, yaitu lingkungan mudah, sedang, dan kompleks. Kinerja metode RRT*, FastRRT*, SmartRRT*, dan Fast-SmartRRT* dibandingkan berdasarkan tiga metrik utama, yaitu iterasi ditemukannya jalur awal, waktu komputasi, dan panjang jalur (*path cost*). Hasil simulasi menunjukkan bahwa RRT* dan SmartRRT* tidak mampu mencapai tujuan pada lingkungan sedang dan kompleks hingga batas iterasi maksimum. FastRRT* berhasil menemukan jalur awal lebih cepat, namun menghasilkan kualitas jalur yang relatif lebih tinggi (*path cost* lebih besar). Sebaliknya, Fast-SmartRRT* mampu mencapai tujuan secara konsisten pada seluruh lingkungan uji dan menghasilkan kualitas jalur yang lebih baik, dengan penurunan *path cost* hingga sekitar 1–1,5% dibandingkan FastRRT* pada lingkungan kompleks, meskipun memerlukan waktu komputasi yang lebih besar. Hasil ini menunjukkan bahwa Fast-SmartRRT* mampu mencapai keseimbangan antara kecepatan eksplorasi dan kualitas lintasan, khususnya pada lingkungan dengan tingkat kompleksitas tinggi.

Kata Kunci: *Path Planning, RRT*, Fast Sampling, Smart Sampling, Robot Otonom*

**PERFORMANCE IMPROVEMENT OF SMARTRRT USING FASTRRT
FOR GLOBAL PATH PLANNING
AGUNG SANJAYA**

ABSTRACT

Path planning is a fundamental problem in autonomous robot navigation, particularly in environments with dense obstacles and narrow passages. The Rapidly-Exploring Random Tree Star (RRT) algorithm is widely used due to its asymptotic optimality; however, its convergence speed is often limited by the use of uniform sampling. This research proposes the **Fast-SmartRRT*** method, which integrates fast sampling and smart sampling strategies to accelerate the discovery of an initial feasible path while improving the quality of the final path. The proposed method was evaluated through MATLAB-based simulations in two-dimensional (2D) static environments using three test scenarios with different levels of complexity, namely simple, moderate, and complex environments. The performance of RRT*, FastRRT*, SmartRRT*, and Fast-SmartRRT* was compared using three main metrics: the number of iterations required to find the initial path, computational time, and path length (path cost). Simulation results indicate that RRT* and SmartRRT* failed to reach the goal in moderate and complex environments within the maximum iteration limit due to inefficient exploration. FastRRT* successfully accelerated the discovery of the initial path but produced paths with relatively higher costs. In contrast, Fast-SmartRRT* consistently reached the goal in all test environments and achieved better path quality, with a reduction in path cost of approximately 1–1.5% compared to FastRRT* in complex environments, at the expense of higher computational time. These results demonstrate that Fast-SmartRRT* achieves a balance between exploration efficiency and path quality, particularly in high-complexity environments.*

Keywords: Path Planning, RRT*, Fast Sampling, Smart Sampling, Autonomous Robot

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	0
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI.....	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR PERSAMAAN	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kajian Literatur	6
2.1.1 Studi Keperpustakaan	7
2.2 Konsep Path Planning	9
2.2.1 Global Path Planning	9
2.2.2 Local Path Planning.....	9
2.3 Pendekatan dalam Path Planning	10
2.3.1 Path Planning Berbasis Searching.....	10

2.3.2	Path Planning Berbasis Sampling	11
2.3.3	Formulasi Permasalahan (Problem Formulation) Path Planning	11
2.4	Metode Berbasis Sampling	13
2.4.1	RRT	13
2.4.2	RRT*	16
2.4.3	FastRRT*	19
2.4.4	SmartRRT*	22
2.5	Studi Komparatif Algoritma	26
2.5.1	Rapidly-exploring Random Tree (RRT)	26
2.5.2	Rapidly-exploring Random Tree Star (RRT*)	26
2.5.3	Fast Rapidly-exploring Random Tree Star (FastRRT*)	26
2.5.4	Smart Rapidly-exploring Random Tree Star (SmartRRT*)	27
2.5.5	Ringkasan Perbandingan Algoritma	27
BAB III		29
METODOLOGI PENELITIAN		29
3.1	Analisis Masalah	29
3.2	Strategi Pemecahan Masalah	29
3.3	Tahapan Penelitian	30
3.4	Diagram Blok Sistem	30
3.5	Diagram Alir Sistem	31
3.6	Pemodelan Lingkungan Uji	33
3.6.1	Proses Pemodelan Lingkungan	33
3.6.2	Hasil Pemodelan Lingkungan	33
3.7	Dasar Perancangan Lingkungan Uji	36
3.8	Pseudocode Algoritma Fast-SmartRRT*	37
3.9	Implementasi Metode Basis	39
3.8.1	Implementasi RRT*	40
3.8.2	Implementasi FastRRT*	57
3.8.3	Implementasi SmartRRT*	71
3.10	Implementasi Metode Usulan Fast-SmartRRT*	83
3.10.1	Konsep Implementasi Fast-SmartRRT*	84
3.10.2	Tahapan Implementasi Fast-SmartRRT*	84

3.10.3 Ringkasan Mekanisme Fase Pencarian dan Output Implementasi	94
3.11 Parameter Algoritma dan Lingkungan Simulasi	95
3.12 Metode Evaluasi Kinerja	95
BAB IV	97
HASIL DAN PEMBAHASAN	97
4.1 Lingkungan Pengujian dan Skenario Simulasi	97
4.1.1 Spesifikasi Komputer Pengujian	98
4.1.2 Pengaturan Jumlah Node/Iterasi dan Parameter Simulasi	98
4.1.3 Skema Pengulangan Pengujian	99
4.2 Hasil Perencanaan Jalur	99
4.2.1 Hasil Perencanaan Jalur Pada Lingkungan Uji Mudah	100
4.2.2 Hasil Perencanaan Jalur Pada Lingkungan Sedang	101
4.2.3 Hasil Perencanaan Jalur Pada Lingkungan Kompleks	103
4.3 Rekapitulasi Data Hasil Simulasi	104
4.4 Analisis Perbandingan Kinerja	108
4.4.1 Perbandingan Keberhasilan Mencapai Tujuan	108
4.4.2 Perbandingan Waktu Komputasi	109
4.4.3 Perbandingan Kualitas Jalur (Path Cost)	110
4.4.4 Perbandingan Iterasi Jalur Awal Ditemukan	110
4.5 Pembahasan	111
4.6 Ringkasan Bab	112
BAB V	113
KESIMPULAN DAN SARAN	113
5.1 Kesimpulan	113
5.2 Keterbatasan Penelitian	114
5.2 Saran	114
DAFTAR PUSTAKA	116

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Studi Keperpustakaan.....	7
Tabel 2.2 Perbandingan karakteristik algoritma.....	27
Tabel 4.1 Rekapitulasi hasil simulasi pada lingkungan mudah....	105
Tabel 4.2 Rekapitulasi hasil simulasi pada lingkungan sedang.....	106
Tabel 4.3 Rekapitulasi hasil simulasi pada lingkungan kompleks.....	107



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi proses ekspansi node pada algoritma RRT.....	14
Gambar 2.2 Algoritma RRT.....	14
Gambar 2.3 Diagram alir RRT.....	15
Gambar 2.4 Ilustrasi proses ekspansi node pada algoritma RRT*	16
Gambar 2.5 Algoritma RRT*.....	17
Gambar 2.6 Diagram alir RRT*	18
Gambar 2.7 Ilustrasi proses ekspansi node pada algoritma FastRRT*	19
Gambar 2.8 Algoritma FastRRT*	20
Gambar 2.9 Diagram alir FastRRT*	22
Gambar 2.10 Ilustrasi proses ekspansi node pada algoritma SmartRRT*	23
Gambar 2.11 Algoritma SmartRRT*	24
Gambar 2.12 Diagram Alir SmartRRT*	25
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem	30
Gambar 3.2 Diagram Alir Fast-SmartRRT*	31
Gambar 3.3 Peta Lingkungan Mudah	34
Gambar 3.4 Peta Lingkungan Sedang	35
Gambar 3.5 Peta Lingkungan Kompleks	36
Gambar 3.6 Pseudocode Fast-SmartRRT*	37
Gambar 4.1 Hasil simulasi pada setiap metode pada lingkungan mudah	100
Gambar 4.2 Hasil simulasi pada setiap metode pada lingkungan sedang	102
Gambar 4.3 Hasil simulasi pada setiap metode pada lingkungan kompleks	103
Gambar 4.4 Perbandingan Waktu Komputasi	109
Gambar 4.5 Perbandingan Kualitas Jalur Berdasarkan Path Cost	110
Gambar 4.6 Perbandingan Iterasi Jalur Awal Ditemukan	111

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan (2.1) Ruang Bebas Hambatan (<i>Free Configuration Space</i>).....	11
Persamaan (2.2) Posisi Awal Robot (<i>Start Configuration</i>).....	11
Persamaan (2.3) Posisi Tujuan Robot (<i>Goal Configuration</i>).....	11
Persamaan (2.4) Representasi Lintasan Robot sebagai Fungsi Kontinu.....	12
Persamaan (2.5) Kondisi Lintasan Feasible Bebas Tabrakan	12
Persamaan (2.6) Fungsi Biaya Panjang Lintasan (<i>Path Cost Function</i>).....	12
Persamaan (2.7) Perhitungan Jarak Euclidean Antar Node	12
Persamaan (2.8) Perhitungan Jarak Euclidean Antar Node	12

