

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PENGEMBANGAN ALGORITMA *PATH PLANNING SWARM* *DRONE* PADA LINGKUNGAN *INDOOR FARMING*

DWINANDA RIZKIANSYAH



**PROGRAM SARJANA ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan akhir dengan judul “Pengembangan Algoritma *Path Planning Swarm Drone* pada Lingkungan *Indoor Farming*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir laporan akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2025

Dwinanda Rizkiansyah
G6401211117

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

DWINANDA RIZKIANSYAH. Pengembangan Algoritma *Path Planning Swarm Drone* pada Lingkungan *Indoor Farming*. Dibimbing oleh MEDRIA KUSUMA DEWI HARDHIENATA dan KARLISA PRIANDANA.

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) merupakan salah satu teknologi yang telah banyak dimanfaatkan dalam sistem *indoor farming*. Untuk mendukung navigasi di lingkungan yang kompleks, dibutuhkan algoritma perencanaan jalur yang efektif, efisien, serta mampu beradaptasi dengan dinamika lingkungan. Penelitian ini berfokus pada pengembangan dan perbandingan performa dua algoritma perencanaan jalur, yaitu D*Lite dan ADRRT*-Connect, dengan tujuan agar keduanya dapat diimplementasikan pada konsep *swarm drone* dalam ruang tiga dimensi (3D). Mengingat perbedaan karakteristik dasar keduanya, penelitian ini juga melakukan modifikasi sehingga algoritma hasil pengembangan diberi nama baru, yakni D-Path (pengembangan dari D*Lite) dan A-Path (pengembangan dari ADRRT*-Connect). Pengujian dilakukan untuk memvalidasi bahwa algoritma yang dimodifikasi tetap mempertahankan sifat dasar algoritma acuan, sekaligus mengukur performanya berdasarkan tiga parameter utama, yaitu efisiensi waktu, optimalitas jalur, dan kemampuan menghindari rintangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa algoritma D-Path memiliki kinerja yang lebih unggul dibandingkan A-Path, dengan waktu komputasi rata-rata 90,55% lebih efisien dan jalur tempuh yang 31,19% lebih optimal. Meskipun demikian, keduanya sama-sama berhasil menghindari seluruh rintangan yang ada di lingkungan simulasi. Temuan ini membuktikan bahwa baik D-Path maupun A-Path layak diterapkan pada sistem *swarm drone* di lingkungan *indoor farming*, namun D-Path memberikan performa yang lebih baik secara keseluruhan.

Kata Kunci: ADRRT*-Connect, D*Lite, Perencanaan jalur, Pertanian dalam ruangan, *Swarm Drone*

ABSTRACT

Dwinanda Rizkiansyah. Development of Drone Swarm Path Planning Algorithm in Indoor Farming Environment. Supervised by MEDRIA KUSUMA DEWI HARDHIENATA and KARLISA PRIANDANA.

Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), have been widely utilized in indoor farming systems. To support navigation in complex environments, an effective, efficient, and adaptive path planning algorithm is required. This research focuses on the development and performance comparison of two path planning algorithms, namely D*Lite and ADRRT-Connect*, with the objective of enabling their implementation within the swarm drone concept in three-dimensional (3D) environments. Considering the fundamental differences in their characteristics, this study introduces modifications to both algorithms, resulting in newly developed variants referred to as D-Path (derived from D*Lite) and A-Path (derived from ADRRT-Connect). Experimental testing was conducted to validate that the modified algorithms preserve the essential properties of their original counterparts

while also assessing their performance based on three key parameters: time efficiency, path optimality, and obstacle avoidance capability. The results demonstrate that the D-Path algorithm outperforms A-Path, achieving an average computational time improvement of 90.55% and producing paths that are 31.19% more optimal. Nevertheless, both algorithms successfully avoided all obstacles within the simulation environment. These findings indicate that while both D-Path and A-Path are suitable for application in swarm drone systems for indoor farming, D-Path provides superior overall performance.

Keywords: ADRRT*-Connect, D*Lite, *Indoor farming, Path planning, Swarm Drone*



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PENGEMBANGAN ALGORITMA *PATH PLANNING SWARM* *DRONE* PADA LINGKUNGAN *INDOOR FARMING*

DWINANDA RIZKIANSYAH

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Sarjana Ilmu Komputer

**PROGRAM SARJANA ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
1 Dr. Aziz Kustiyo, S.Si, M.Kom



Judul Skripsi : Pengembangan Algoritma *Path Planning Swarm Drone* pada Lingkungan *Indoor Farming*

Nama : Dwinanda Rizkiansyah
NIM : G6401211117

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Medria Kusuma Dewi Hardhienata, S.Kom., Ph.D.

Pembimbing 2:
Dr. Karlisa Priandana, S.T., M.Eng.

Diketahui oleh

Ketua Program Sarjana Ilmu Komputer:
Dr. Sony Hartono Wijaya, S.Kom., M.Kom.
NIP 19810809 200812 1002

Tanggal Ujian:
20 Agustus 2025

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa Ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Desember 2024 sampai bulan Agustus 2025 ini ialah *path planning*, dengan judul “Pengembangan Algoritma *Path Planning Swarm Drone* pada Lingkungan *Indoor Farming*”.

Penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik tentunya dengan bantuan dari banyak pihak. Maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

- a. Medria Kusuma Dewi Hardhienata, S.Kom., Ph.D. dan Dr. Karlisa Priandana, S.T., M.Eng. selaku pembimbing akademik serta tugas akhir yang telah bersedia membimbing, memotivasi, serta banyak memberikan kritik dan saran selama proses penyusunan skripsi.
- b. Dr.Eng. Annisa, S.Kom, M.Kom. selaku dosen moderator yang telah memberikan saran dan masukkan dalam penyelesaian skripsi.
- c. Dr. Aziz Kustiyo, S.Si, M.Kom. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukkan dalam penyelesaian skripsi
- d. Mama, Papa, Teteh, Tante Mira, Iam, dan nenek sebagai keluarga penulis yang telah memberikan dukungan, cinta, doa dan kasih sayang kepada penulis selama perkuliahan hingga proses penelitian dan penyusunan,
- e. Made Naradhara Ayuko Natih sebagai sahabat penulis yang telah senantiasa menemani dan membantu penulis dalam suka maupun duka pada setiap tahap kehidupan.
- f. Ko Albert, Bang Ervan, Bang Sandi, Abid, Alvin, Ardel, Bang Bayu, Bu Mea, Dirga Alfian Komara, Ditya, Gerald, Hafizh, Bang Hari, Kak Jess, Ko Ivan, Bang Tomat, Reza, Bang Rizal, Bang Dika, Kak Zhaf, Rudy selaku keluarga Techies Weave yang telah menghibur, memberikan dukungan dan menemani penulis dalam tahap penyusunan skripsi hingga saat ini.
- g. Serah (Aan, Avis, Dino, Halid, Justyn) dan Perdesi Academy (Dika, Salim, Okta, Rafif, Bian, Tegar, Yoga, Ilham, Khalil, Faiq) selaku sahabat-sahabat penulis yang telah membantu, mendengarkan keluh kesah dan memberikan tawa ke dalam kehidupan penulis.
- h. Teman-teman penulis (Tata, Eva, Cilla) yang telah bersedia membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2025

Dwinanda Rizkiansyah



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Swarm drone</i>	5
2.2 <i>Path planning</i>	5
2.3 Algoritma ADRRT*-Connect	6
2.4 Algoritma D*Lite	10
III METODE	13
3.1 Tahapan Penelitian	13
3.2 Pengembangan Algoritma	13
3.3 Perancangan Lingkungan Simulasi	21
3.4 Variabel Penelitian	23
3.5 Perancangan Skenario Simulasi	24
3.6 Pengumpulan Data	25
3.7 Pengolahan dan Analisis Data	26
3.8 Lingkungan Pengembangan	26
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Validasi Algoritma A-Path	27
4.2 Validasi Algoritma D-Path	28
4.3 Pencarian Parameter Optimal Algoritma	31
4.4 Evaluasi Sifat Algoritma	32
4.5 Evaluasi Algoritma Berdasarkan Variabel Terikat	33
V SIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Simpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	42
RIWAYAT HIDUP	51

DAFTAR TABEL

1 Data hasil percobaan Chen dan Wang	16
2 Rintangan statis dan dinamis pada lingkungan validasi	19
3 Deskripsi variabel bebas	23
4 Deskripsi variabel terikat	23
5 Skenario pengujian	25
6 Hasil simulasi validasi Algoritma ADRRT*-Connect	27
7 Hasil uji simulasi variabel waktu komputasi, rata-rata waktu perancangan jalur dan total perancangan jalur	33
8 Hasil uji simulasi variabel rata-rata biaya jalur tempuh	34

DAFTAR GAMBAR

1 Ilustrasi cara kerja algoritma ADRRT*-Connect dan RRT*D (Chen dan Wang 2022)	7
2 <i>Flowchart</i> cara kerja algoritma ARRT*-Connect	8
3 <i>Flowchart</i> cara kerja fungsi AdapSample	8
4 <i>Flowchart</i> cara kerja fungsi Extend	9
5 <i>Flowchart</i> cara kerja fungsi Connect*	9
6 <i>Flowchart</i> cara kerja algoritma ADRRT*-Connect	10
7 <i>Flowchart</i> cara kerja algoritma D*Lite dalam merancang jalur tempuh	12
8 <i>Flowchart</i> cara kerja algoritma D*Lite dalam menelusuri jalur tempuh	12
9 Tahapan penelitian	13
10 Cara kerja algoritma A-Path untuk tahap validasi	15
11 Mapping rintangan pada lingkungan validasi algoritma A-Path	15
12 Cara kerja algoritma D-Path untuk tahap validasi	18
13 Contoh data hasil uji validasi	21
14 <i>Layout</i> Green Farm	22
15 BIM model Green Farm	22
16 Contoh data hasil uji validasi	25
17 Jumlah <i>replanning</i> dari 1.000 uji validasi	28
18 Hasil pengujian validasi algoritma D*Lite Kristoffer Solberg Rakstad (2020)	29
19 Hasil pengujian validasi algoritma hasil rancangan	30
20 Hasil perancangan jalur algoritma acuan dan validasi	31
21 Hasil pengujian variabel biaya dan waktu perancangan jalur tempuh variasi parameter Δx , Δp dan r	31
22 <i>Boxplot</i> hasil variabel terikat pada algoritma A-Path dan D-Path	32
23 Tampak atas jalur tempuh skenario 5 D-Path dan A-Path	35
24 Tampak depan jalur tempuh skenario 5 D-Path dan A-Path	36



DAFTAR LAMPIRAN

1	Hasil simulasi D-Path dan A-Path	43
2	Arah gerak agen sebanyak 26 arah (Borello <i>et al.</i> 2022)	49

@Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.