

**PERANCANGAN SISTEM PERENCANAAN MISI OTOMATIS
BERBASIS ALGORITMA *DIJKSTRA* UNTUK OPTIMASI
RUTE MULTI-TITIK PADA WAHANA UDARA NIRAWAK**

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Muhammad Fikri Mustaqim

221441019



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFaktur DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFaktur BANDUNG**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**PERANCANGAN SISTEM PERENCANAAN MISI OTOMATIS
BERBASIS ALGORITMA *DIJKSTRA* UNTUK OPTIMASI
RUTE MULTI-TITIK PADA WAHANA UDARA NIRAWAK**

Oleh:

Muhammad Fikri Mustaqim

221441019

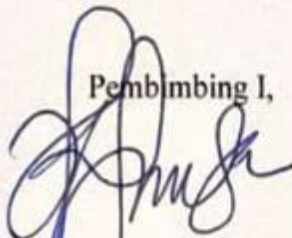
Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)

Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 05 Agustus 2025

Disetujui,

Pembimbing I,



Hilda Khoirunnisa, S.Tr.T., M.Sc.Eng.

NIP. 199704192022032012

Pembimbing II,

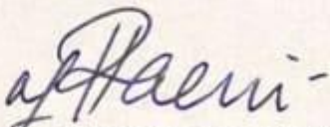


Cipi Ramdani, S.Kom, M.Eng.

NIP. 198904182024061004

Disahkan,

Penguji I,



Dr. Eng. Pipit Anggraeni, S.T.,

M.T., M.Sc. Eng.

NIP. 197908242005012001

Penguji 2,



Sarosa Castrena A, S.Pd., M.T.

NIP. 198702252020121001

Penguji 3,



Aan Eko Setiawan, S.T., M.T.

NIP. 199306082024061002

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

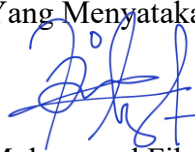
Nama : Muhammad Fikri Mustaqim
NIM : 221441019
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : PERANCANGAN SISTEM PERENCANAAN
MISI OTOMATIS BERBASIS ALGORITMA
DIJKSTRA UNTUK OPTIMASI RUTE
MULTI-TITIK PADA WAHANA UDARA
NIRAWAK

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 05 – 08 – 2025
Yang Menyatakan,



Muhammad Fikri Mustaqim
NIM . 221441019

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Fikri Mustaqim
NIM : 221441019
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : PERANCANGAN SISTEM PERENCANAAN
MISI OTOMATIS BERBASIS ALGORITMA
DIJKSTRA UNTUK OPTIMASI RUTE
MULTI-TITIK PADA WAHANA UDARA
NIRAWAK

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaannya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 05 – 08 – 2025
Yang Menyatakan,



Muhammad Fikri Mustaqim
NIM . 221441019

MOTO PRIBADI

The only limitation is your imagination

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul: “PERANCANGAN SISTEM PERENCANAAN MISI OTOMATIS BERBASIS ALGORITMA *DIJKSTRA* UNTUK OPTIMASI RUTE MULTI-TITIK PADA WAHANA UDARA NIRAWAK”. Penulisan tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan program studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi, Politeknik Manufaktur Bandung.

Penyusunan tugas akhir ini tidak akan terwujud tanpa adanya bimbingan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menghaturkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Allah SWT, atas segala kemudahan, petunjuk, dan kekuatan yang diberikan selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
2. Orang Tua tercinta, atas doa yang tiada henti, serta dukungan moril dan materil yang tak ternilai.
3. Ibu Hilda Khoirunnisa, S.Tr.T., M.Sc.Eng selaku Pembimbing I, atas segala waktu, arahan, dan masukan yang sangat berharga.
4. Bapak Cepi Ramdani, S.Kom, M.Eng. selaku Pembimbing II, atas bimbingan dan wawasannya yang telah membantu mengarahkan pengerjaan tugas akhir ini.
5. Segenap jajaran Dosen Penguji tugas akhir, Ibu Dr. Eng. Pipit Anggraeni, S.T., M.T., M.Sc. Eng., Bapak Sarosa Castrena A, S.Pd., M.T., serta Bapak Aan Eko Setiawan, S.T., M.T. atas kesediaan, waktu, serta saran dan kritik yang membangun selama proses sidang tugas akhir.
6. Rekan-rekan seperjuangan, atas segala semangat, dukungan, diskusi, dan kebersamaan yang telah menemani selama proses pengerjaan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan pengembangan ilmu pengetahuan.

Bandung, 21 Juli 2025

Penulis

ABSTRAK

Perencanaan rute untuk Wahana Udara Nirawak (WUN) dalam skenario multi-titik merupakan tantangan logistik yang kompleks, seringkali terbatas oleh inefisiensi perencanaan manual dan kebutuhan akan proses yang cepat dan optimal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem perencanaan misi otomatis untuk mengatasi masalah tersebut. Sistem ini dikembangkan menggunakan MATLAB dengan fitur *App Designer* untuk menyediakan antarmuka pengguna yang intuitif, di mana area misi dimodelkan sebagai sebuah graf berbobot. Algoritma *Dijkstra* diterapkan sebagai inti dari sistem untuk menjamin penemuan rute terpendek antar titik lokasi secara matematis. Metode validasi yang digunakan meliputi pengujian fungsionalitas antarmuka, validasi kebenaran algoritma terhadap perhitungan manual, serta uji eksekusi misi pada wahana fisik. Hasil pengujian membuktikan bahwa seluruh fungsionalitas sistem berjalan sesuai harapan, implementasi Algoritma *Dijkstra* dapat menghasilkan jalur terpendek, dan berkas misi (.plan) yang dihasilkan dapat dieksekusi oleh wahana, dengan selisih jarak rata-rata hanya 13,629 cm antara simulasi dan penerbangan aktual. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan berhasil menjadi alat bantu pembuatan rute terbang yang untuk optimasi rute multi-titik pada WUN.

Kata kunci: Perencanaan Misi *Drone*, Algoritma *Dijkstra*, Optimasi Rute, Wahana Udara Nirawak, MATLAB.

ABSTRACT

Route planning for Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in multi-point scenarios is a complex logistical challenge, often limited by the inefficiency of manual planning and the need for a fast and optimal process. This research aims to design and implement an automated mission planning system to address this problem. The system was developed using MATLAB with its App Designer feature to provide an intuitive user interface, where the mission area is modeled as a weighted graph. Dijkstra's Algorithm is applied as the core of the system to mathematically guarantee the discovery of the shortest path between waypoints. The validation methods used include interface functionality testing, validation of the algorithm's correctness against manual calculations, and mission execution tests on the physical vehicle. Test results prove that all system functionalities perform as expected, the Dijkstra's Algorithm implementation can generate the shortest path, and the generated mission file (.plan) can be executed by the vehicle, with an average distance difference of only 13.629 cm between the simulation and actual flight. Thus, the developed system has successfully become a tool for creating flight routes for multi-point route optimization on UAVs.

Keywords: *Drone Mission Planning, Dijkstra's Algorithm, Route Optimization, Unmanned Aerial Vehicle, MATLAB.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-2
I.3 Batasan Masalah.....	I-2
I.4 Tujuan dan Manfaat	I-3
I.5 Sistematika Penulisan	I-3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
II.1 Tinjauan Teori.....	II-1
II.2 Tinjauan Alat.....	II-4
II.3 Penelitian Terdahulu	II-12
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH	III-1
III.1 Gambaran Umum Sistem	III-1

III.2	Pengembangan Produk.....	III-2
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	IV-1
IV.1	Hasil Implementasi.....	IV-1
IV.2	Hasil <i>Blackbox Testing</i>	IV-4
IV.3	Performa Algoritma dan Perancangan Misi.....	IV-5
IV.4	Hasil Validasi Teknis	IV-9
BAB V	PENUTUP.....	V-20
V.1	Kesimpulan	V-20
V.2	Saran.....	V-20
	DAFTAR PUSTAKA	xxi
	LAMPIRAN.....	xxv

DAFTAR TABEL

Tabel III. 1 Hasil Wawancara	III-3
Tabel III. 2 Daftar Komponen.....	III-7
Tabel III. 3 Pengujian Sistem.....	III-19
Tabel III. 4 Daftar nama-nama responden	III-20
Tabel IV. 1 Contoh Tabel <i>waypoints</i>	III-22
Tabel IV. 2 Daftar komponen yang digunakan.....	IV-1
Tabel IV. 3 Hasil Pengujian Fungsionalitas Antarmuka.....	IV-5
Tabel IV. 4 Titik <i>Waypoint</i> Pengujian	IV-6
Tabel IV. 5 Tabel Jalur.....	IV-7
Tabel IV. 6 Tabel Pengujian Algoritma.....	IV-8
Tabel IV. 7 Pengujian <i>takeoff</i> di landasan yang tidak landai.....	IV-9
Tabel IV. 8 Pengujian <i>takeoff</i> di landasan landai.....	IV-9
Tabel IV. 9 Tabel Pengujian <i>Hold Position</i>	IV-11
Tabel IV. 10 Pengujian di ketinggian 1m	IV-12
Tabel IV. 11 Pengujian di ketinggian 2m	IV-13
Tabel IV. 12 Pengujian di ketinggian 3m	IV-13
Tabel IV. 13 Pengujian di ketinggian 4m	IV-14
Tabel IV. 14 Pengujian di ketinggian 5m	IV-14

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Diagram Graf.....	II-2
Gambar II. 2 Ground Control Station	II-3
Gambar II. 3 Protokol Komunikasi <i>MAVLINK</i>	II-4
Gambar II. 4 Gazebo	II-4
Gambar II. 5 MATLAB	II-5
Gambar II. 6 Antarmuka QGC.....	II-6
Gambar II. 8 <i>Quadcopter</i>	II-7
Gambar II. 9 <i>Flight Controller</i>	II-7
Gambar II. 10 Modul GPS	II-8
Gambar II. 11 <i>Electric Speed Control</i> (ESC).....	II-8
Gambar II. 12 Motor BLDC	II-9
Gambar II. 13 Baling Baling.....	II-10
Gambar II. 14 Modul Telemetry	II-10
Gambar II. 15 Radio Control (RC)	II-11
Gambar III. 1 Blok Diagram Sistem	III-1
Gambar III. 2 Skema Metode <i>Waterfall</i>	III-2
Gambar III. 3 Survei dan Wawancara.....	III-3
Gambar III.4 Contoh Lintasan yang akan digunakan	III-5
Gambar III. 5 Rancangan 3D <i>Drone</i>	III-10
Gambar III. 6 Rancangan 2D <i>Drone</i>	III-11
Gambar III. 7 Rancangan Elektrik	III-11
Gambar III. 8 Antarmuka <i>Generate Plan</i> halaman 1	III-12
Gambar III. 9 Antarmuka <i>Generate Plan</i> halaman 2.....	III-13
Gambar III. 10 Antarmuka <i>Monitor</i>	III-14
Gambar III. 11 Diagram Alur Aplikasi <i>Generate Map</i>	III-15
Gambar III. 12 Diagram Alur Penerbangan <i>Drone</i>	III-16
Gambar III. 13 Gambaran Pengujian	III-18
Gambar III. 14 Antarmuka tahap awal.....	III-20
Gambar III. 15 Gambaran Pengujian	III-21
Gambar III. 16 Contoh Peta	III-22

Gambar III. 17 Gambaran Pengujian Validasi Teknis.....	III-23
Gambar IV. 1 Unit <i>Drone</i>	IV-1
Gambar IV. 2 Aplikasi <i>Generate Map</i> Halaman 1	IV-2
Gambar IV. 3 Aplikasi <i>Generate Map</i> Halaman 2	IV-3
Gambar IV. 4 Antarmuka <i>Monitor</i>	IV-4
Gambar IV. 5 Peta pengujian algoritma dijkstra.....	IV-6
Gambar IV. 6 Grafik pengujian <i>Hold Position</i>	IV-11
Gambar IV. 7 Pengujian <i>Hold Altitude</i>	IV-15
Gambar IV. 8 Data <i>Roll</i>	IV-16
Gambar IV. 9 Data <i>Pitch</i>	IV-16
Gambar IV. 10 Data <i>Yaw</i>	IV-17
Gambar IV. 11 Kecepatan Vertikal.....	IV-18
Gambar IV. 12 Kecepatan Horizontal.....	IV-18
Gambar IV. 13 Akurasi Trajektori	IV-19

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Daftar Responden Uji *User Friendly*
- Lampiran 2** Dokumentasi pengujian *drone*
- Lampiran 3** Berkas (.plan)
- Lampiran 4** SOP *Maintenance*
- Lampiran 5** Data Orientasi
- Lampiran 6** Data Kecepatan Horizontal dan Vertikal
- Lampiran 7** Data Akurasi Trajektori

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

D = Jarak (km)

r = Radius rata-rata bumi = 6371 km

ϕ = *Latitude*

λ = *Longitude*

GCS = *Ground Control System*

RC = *Radio Control*

QGC = *QgroundControl*

FC = *Flight Controller*

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Sistem logistik dan transportasi modern masih menghadapi tantangan yang sama, yaitu keterbatasan yang disebabkan oleh kondisi geografis dan infrastruktur darat. Di perkotaan, masalah utama adalah kemacetan lalu lintas yang menyebabkan keterlambatan dan peningkatan biaya operasional[1]. Studi menunjukkan bahwa aktivitas distribusi barang dapat berkontribusi hingga 13% dari total kemacetan dan akan terus berkembang hingga 36%[2], yang pada akhirnya menyebabkan keterlambatan signifikan dan peningkatan biaya operasional[3]. Sementara di daerah terpencil, kondisi geografis berupa medan seperti pegunungan, Sungai, atau hutan menyebabkan akses sulit dicapai oleh kendaraan darat[4]. Selain itu, kompleksitas dalam perencanaan ketika satu kendaraan harus melayani banyak titik pengiriman dalam satu perjalanan[5]. Menentukan urutan kunjungan yang paling efisien secara manual seringkali tidak efektif dan menghasilkan rute yang lebih panjang dari yang seharusnya, sehingga semakin meningkatkan biaya dan waktu tempuh[6]. Ketergantungan kendaraan konvensional pada jalan raya membatasi kecepatan dan fleksibilitas distribusi[7], oleh karena itu dibutuhkan transportasi yang dapat diandalkan untuk menghadapi masalah tersebut.

Teknologi Wahana Udara Nirawak atau lebih dikenal dengan sebutan *drone*, telah berkembang dan digunakan dalam berbagai sektor. Mulai dari Pertanian[8], observasi[9], hingga pengiriman logistik[10]. *Drone* memiliki keunggulan pada kemampuannya untuk beroperasi dengan fleksibel tanpa perlu menghadapi masalah-masalah seperti Infrastruktur jalan raya hingga daerah-daerah yang sulit diakses karena masalah geografis[11]. Walaupun memiliki potensi, *drone* perlu dimaksimalkan dan beralih dari operasi manual menjadi sistem yang sepenuhnya otonom[12]. Salah satu masalah fundamentalnya adalah perencanaan rute (*path-planning*)[13]. Metode *path-planning* penting untuk menentukan jalur terpendek yang dapat berdampak secara langsung pada *cost* dan waktu tempuh dalam misi otonom[14]. Perencanaan rute menjadi semakin dibutuhkan dalam sistem multi titik dimana *drone* perlu navigasi ke beberapa titik tujuan yang telah ditentukan

dalam satu kali penerbangan[6], Oleh karena itu kebutuhan terhadap sebuah metode perencanaan rute yang dapat secara otomatis menghitung jalur yang optimal dalam sebuah sistem multi titik menjadi isu yang dapat meningkatkan kapabilitas dan efektivitas sistem *drone* otonom.

Tugas akhir ini bertujuan untuk merancang sistem perencanaan misi otomatis dengan multi-titik dengan menerapkan metode *path-planning* yaitu algoritma Djikstra. Keberhasilan sistem akan divalidasi dengan memverifikasi bahwa rute yang dihasilkan adalah rute terpendek yang paling optimal secara matematis dibandingkan dengan alternatif jalur lainnya, yang membuktikan implementasi algoritma berjalan dengan benar dan efektif.

I.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah berdasarkan latar belakang diatas adalah.

1. Bagaimana mengatasi perencanaan misi terbang multi-titik wahana yang masih manual?
2. Bagaimana mengatasi untuk mengatasi masalah biaya yang tinggi dalam perencanaan rute multi-titik?
3. Bagaimana memastikan bahwa berkas rencana misi yang dihasilkan oleh sistem dapat dieksekusi baik di lapangan?

I.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan lebih spesifik maka ada beberapa Batasan masalah sebagai berikut.

1. Komunikasi *drone* dengan *workstation* menggunakan jaringan nirkabel via modul telemetri.
2. *Flight Controller* yang digunakan merupakan pixhawk dengan *firmware* PX4 *Autopilot*.
3. *Drone* tidak dapat terbang dibawah 1 meter diatas permukaan tanah.
4. Landasan *drone* untuk *takeoff* dan *landing* harus rata.
5. Pengujian hanya dilakukan di tempat yang terbuka, kering, dan cerah.
6. Tugas akhir berfokus pada penerapan algoritma djikstra pada misi yang akan *drone* jalankan.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari tugas akhir ini adalah.

1. Merancang dan mengimplementasikan sebuah sistem perencanaan misi otomatis yang mampu menghasilkan berkas dengan rute multi-titik.
2. Mengimplementasikan metode *path-planning* sebagai inti dari sistem untuk mencari rute terpendek yang optimal dalam perancangan misi dengan rute multi-titik.
3. Melakukan validasi teknis terhadap berkas rencana misi yang dihasilkan untuk memastikan akurasi eksekusi trajektori oleh unit *drone* di lapangan.

Manfaat yang diharapkan dari tugas akhir ini adalah menghasilkan sebuah purwarupa perangkat lunak yang dapat menjadi alat bantu (*tool*) untuk merencanakan misi multi-titik secara lebih cepat dan efisien. Sistem ini berpotensi untuk diterapkan dalam berbagai bidang seperti logistik, pemetaan, survei, maupun agrikultur, sehingga dapat membantu mengurangi biaya operasional dan menghemat waktu pelaksanaan misi.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika proposal Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian tugas akhir terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi pemaparan hasil pengujian yang dilakukan pada beberapa domain dan sistem, dengan memperhatikan tuntutan yang harus dicapai.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan yang diperoleh dari pengerjaan tugas akhir yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian lebih lanjut.