



PERANCANGAN SISTEM PENGANTARAN DOKUMEN BERBASIS PESAWAT TAK BERAWAK

CARLI APRIANSYAH HUTAGALUNG



**ILMU KOMPUTER
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021**

- 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.



@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 TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “perancangan sistem pengantaran dokumen berbasis pesawat tak berawak” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun 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 tesis ini.

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

Bogor, September 2021

Carli Apriansyah Hutagalung
G651190531



RINGKASAN

CARLI APRIANSYAH HUTAGALUNG. Perancangan Sistem Pengantaran Dokumen Berbasis Pesawat Tak Berawak. Dibimbing oleh KARLISA PRIANDANA dan KUDANG BORO SEMINAR.

Pengelolaan dokumen di IPB University telah dilakukan melalui sistem manajemen persuratan, namun beberapa dokumen masih perlu dikirim secara manual, seperti dokumen-dokumen yang memerlukan tanda tangan basah untuk legalisasi. Saat ini, dokumen-dokumen tersebut dikirim menggunakan kendaraan berbahan bakar minyak. Namun, transportasi berbahan bakar minyak menghasilkan emisi gas karbon yang mencemari lingkungan sekitarnya. Sebagai salah satu universitas terbaik di Indonesia, IPB University memerlukan inovasi dalam penerapan sistem transportasi yang ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pengantaran dokumen dengan menggunakan *autonomous hexacopter drone* sebagai salah satu alat transportasi yang ramah lingkungan.

Penelitian ini merancang sebuah *autonomous hexacopter drone* yang dapat digunakan untuk mengantarkan dokumen di lingkungan IPB University. *Drone* bertipe *hexacopter* dirancang dengan kendali *autopilot* menggunakan sistem penerbangan *point-to-point* berbasis koordinat GPS. Sistem ini dirancang dengan *microcomputer pixhawk* yang diprogram dengan *software Mission Planner*. Mode penerbangan yang dipilih adalah mode Loiter yang membuat *drone* dapat mempertahankan arah dan posisi saat penerbangan walaupun komunikasi antara *drone* dan *telemetry* terputus. Pada penelitian ini, *drone* juga dilengkapi dengan *placeholder* yang dirancang untuk mampu mengangkat dokumen seberat maksimum 1 kg. Uji coba *drone* pengantar dokumen yang telah dirancang ini dilakukan dengan dua rute perjalanan yaitu dari FMIPA ke FATETA dan dari FATETA ke FMIPA, dan dengan dua variasi beban yaitu 0 kg dan 1 kg. Analisis dilakukan untuk mengevaluasi akurasi pendaratan *drone* menggunakan *Mean Squared Error (MSE)* dan jarak *Euclidean*.

Drone telah berhasil diuji dengan 17 kali penerbangan yang terbagi menjadi 4 bagian, yaitu: 5 data penerbangan untuk beban 0 kg dan 5 data penerbangan beban 1 kg pada rute penerbangan dari FMIPA ke FATETA; dan 5 data penerbangan untuk beban 0 kg dan 2 data penerbangan untuk beban 1 kg pada rute penerbangan dari FATETA ke FMIPA. *Drone* tidak dapat diuji lebih lanjut karena mengalami *crash* pada penerbangan ke-18, akibat dari lepasnya koneksi antara baterai dengan tubuh *drone*. Hasil pengujian dengan 17 data penerbangan menunjukkan bahwa *drone* yang dirancang telah dapat beroperasi dengan baik dengan *error* pendaratan yang masih dapat ditolerir. Rata-rata *error* pendaratan untuk uji terbang tanpa beban dari FMIPA ke FATETA adalah 1,02 m, sedangkan dari FATETA ke FMIPA adalah 0,53 m. Rata-rata *error* pendaratan untuk uji terbang dengan beban maksimum (1 kg) dari FMIPA ke FATETA adalah 1,97 m, sedangkan dari FATETA ke FMIPA adalah 0,703 m. Hasil percobaan ini menunjukkan bahwa *drone* yang dirancang dapat beroperasi dengan baik dan muatan maksimumnya adalah 1 kg.

Kata kunci: *Drone Autonomous, Hexacopter, Pengiriman Dokumen*

SUMMARY

CARLI APRIANSYAH HUTAGALUNG. Design of Drone-Based Document Delivery Systems. Supervised by KARLISA PRIANDANA and KUDANG BORO SEMINAR.

Document management at IPB University has been carried out through a mail management system, but some documents still need to be sent manually, such as documents that require a wet signature for legalization. Currently, these documents are sent using oil-fueled vehicles. However, oil-fueled transportation produces carbon gas emissions that the surrounding environment. As one of the best universities in Indonesia, IPB University requires innovation in the application of an environmentally friendly transportation system. This study aims to design a document delivery system using an autonomous hexacopter drone as an environmentally friendly means of transportation.

This study designed an autonomous hexacopter drone that can be used to deliver documents in the IPB University environment. The hexacopter type drone is designed with autopilot control using a point-to-point flight system based on GPS coordinates. This system is designed with a pixhawk microcomputer programmed with Mission Planner software. The flight mode selected is Loiter mode, which allows the drone to maintain its direction and position during flight even if communication between the drone and telemetry is lost. In this study, the drone was also equipped with a placeholder designed to lift documents weighing a maximum of 1 kg. The trial of the document delivery drone that has been designed was carried out with two travel routes, namely from FMIPA to FATETA and from FATETA to FMIPA, and with two variations in load, namely 0 kg and 1 kg. The analysis was carried out to find the drone's accuracy using Mean Square Error (MSE) and Euclidean distance.

The drone has been successfully tested with 17 flights which are divided into 4 parts, namely: 5 flight data for 0 kg load and 5 flight data for 1 kg load on the flight route from FMIPA to FATETA; and 5 flight data for 0 kg load and 2 flight data for 0 kg load on the flight route from FATETA to FMIPA. The drone could not be tested further as it crashed on its 18th flight, as a result of the disconnection between the battery and the drone body. The test results with 17 flight data show that the drone that has been designed can operate well with errors that can still be tolerated. The average error for the no-load test flight from FMIPA to FATETA is 1.02 m, while from FATETA to FMIPA is 0.53 m. The average error for the flight test with a maximum load (1 kg) from FMIPA to FATETA is 1.97 m, while from FATETA to FMIPA is 0.703 m. The results of this experiment show that the designed drone can operate well and its maximum payload is 1 kg.

Keywords: Autonomous Drone, Document Delivery, Hexacopter



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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2021¹ Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



PERANCANGAN SISTEM PENGANTARAN DOKUMEN BERBASIS PESAWAT TAK BERAWAK

CARLI APRIANSYAH HUTAGALUNG

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Ilmu Komputer

**ILMU KOMPUTER
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021**

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.



@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.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

1. Dr. Ir. Sri Wahjuni, MT.

Judul Tesis : Perancangan Sistem Pengantaran Dokumen Berbasis Pesawat Tak Berawak

Nama : Carli Apriansyah Hutagalung

NIM : G651190531

Disetujui oleh

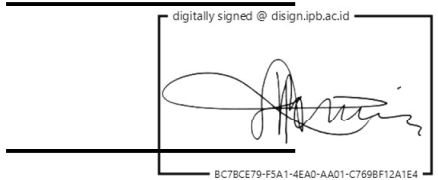
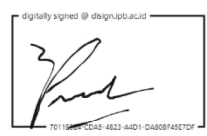
Pembimbing 1:
Dr. Karlisa Priandana S.T., M.Eng.

Pembimbing 2:
Prof. Dr. Kudang Boro Seminar M.Sc.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Imas Sukaesih Sitanggang, S.Si., M.Kom.
NIP 197501301998022001

Dekan Sekolah Pascasarjana:
Prof. Dr. Ir. Anas Miftah Fauzi, M.Eng.
NIP 196004191985031002



Tanggal Ujian:
18 Juni 2021

Tanggal Lulus:

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 subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Judul tesis ini adalah “Perancangan Sistem Pengantaran Dokumen Berbasis Pesawat Tak Berawak”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Ibu Dr. Karlisa Priandana S.T., M.Eng. dan Bapak Prof. Dr. Kudang Boro Seminar M.Sc. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Prof. Dr. Imas Sukaesih Sitanggang, S.Si., M.Kom. selaku ketua Program Ilmu Komputer, Dr. Drs. Bambang Dwi Dasanto, M. Si. selaku moderator seminar, dan Dr. Ir. Sri Wahjuni, MT. selaku penguji luar komisi pembimbing. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada orang tua saya Herry Hutagalung dan Lita Kencanca serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan secara material maupun spiritual, doa, dan kasih sayangnya kepada penulis.

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

Bogor, September 2021

Carli Apriansyah Hutagalung

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Drone</i>	4
2.2 <i>Hexacopter</i>	4
2.3 <i>Pixhawk</i>	5
2.4 <i>Mission Planner & QGroundcontrol</i>	5
III METODE	7
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	7
3.2 Alat dan Bahan	7
3.3 Tahapan Penelitian	8
3.3.1 Interkoneksi Komponen <i>Tarot FY680Pro Hexacopter</i>	9
3.3.2 Mode Penerbangan <i>Autonomous</i>	10
3.3.3 Desain <i>Placeholder</i> Dokumen	10
3.3.4 Penentuan Landasan dan Koordinat	11
3.3.5 Mekanisme	12
3.4 Model Analisis dan Evaluasi	12
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Perakitan <i>Drone</i>	16
4.2 Pengaturan Koordinat	16
4.3 Pengujian Penerbangan <i>Drone point-to-point</i>	17
4.4 <i>Desain Placeholder</i>	18
4.5 Pengujian Pengiriman Dokumen	19
4.6 Evaluasi <i>MSE & Euclidean</i>	1:
4.7 Mekanisme Penerbangan	1:
V SIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Simpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN	26
RIWAYAT HIDUP	2;



DAFTAR TABEL

1	Komponen <i>Hexacopter</i>	7
2	Posisi komponen di <i>Hexacopter</i>	16
3	Perkiraan waktu pengiriman	19
4	Perhitungan MSE & Euclidean dari data GPS FMIPA-FATETA	1:
5	Perhitungan MSE & Euclidean dari data GPS FATETA-FMIPA	1:

DAFTAR GAMBAR

1	Model <i>Hexacopter</i>	4
2	Pergerakan Baling-Baling	5
3	<i>Pixhawk</i>	5
4	Halaman Utama <i>Mission Planner</i> (a) dan <i>QGroundcontrol</i> (b)	6
5	Tahapan Penelitian	9
6	Konfigurasi Komponen <i>Hexacopter</i>	10
7	Desain <i>Placeholder</i> Dokumen	11
8	Koordinat Gedung FMIPA IPB, dan FATETA IPB (<i>Google Earth</i>)	11
9	<i>Tarot FY680Pro Hexacopter</i>	13
10	Koordinat Seting (<i>QGroundcontrol</i>)	17
11	Grafik Barometer (Alt) FATETA-FMIPA	18
12	Aluminium <i>Placeholder</i>	18
13	Integrasi <i>Drone</i> dan <i>Placeholder</i>	18
14	Data Penerbangan FATETA ke FMIPA	19

DAFTAR LAMPIRAN

1	Penginstallasian <i>Pixhawk Hexacopter</i>	27
2	Kalibrasi <i>Drone</i>	28
3	Lanjutan Kalibrasi	29
4	Kalibrasi Lanjutan	2: