

**Implementasi *IR-Lock* pada *Quadcopter* untuk *Safety Landing*
menggunakan ROS**

Tugas Akhir

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

Oleh

Fajar Setio Adi

222441908



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

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:
**Implementasi *IR-Lock* pada *Quadcopter* untuk *Safety Landing*
menggunakan ROS**

Oleh:
Fajar Setio Adi
222441908

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

Bandung, 02 Januari, 2024

Disetujui,

Pembimbing I, <u>Dr. Setyawan Ajie Sukarno,</u> <u>S.S.T., M.T.</u> NIP. 198004282008102001	Pembimbing II, <u>Dr. Ing. Yuliadi Erdani, M.Sc.,</u> <u>Dipl.El.HTL.</u> NIP. 196807021997021001
---	---

Disahkan,

Penguji I, <u>Ridwan, S.S.T., M.</u> <u>Eng.</u> NIP. 197806122001121002	Penguji I, <u>Ismail Rokhim, S.T.,</u> <u>M.T.</u> NIP. 197002161993031001	Pembimbing III, <u>Harry Khoumas</u> <u>Saputra, S.T., M. Ti.</u> NIP. 198803242022031002
--	--	---

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Fajar Setio Adi
NIM : 222441908
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Implementasi *IR-Lock* pada *Quadcopter* untuk *Safety Landing* menggunakan ROS

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 : 01 – 01 – 2024
Yang Menyatakan,

Fajar Setio Adi
NIM 222441908

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

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

Nama : Fajar Setio Adi
NIM : 222441908
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Implementasi *IR-Lock* pada *Quadcopter* untuk *Safety Landing* menggunakan ROS

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaannya berada di bawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalih-media/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 : 01 – 01 – 2024
Yang Menyatakan,

Fajar Setio Adi
NIM 222441908

MOTO PRIBADI

“Maka, sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.”

(QS Al Insyirah 5)

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk Mama, Bunda dan Rey yang telah kebersamai dan mendukung saya selama masa kuliah hingga menyelesaikan tugas akhir ini, terima kasih.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepada-Nya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagi-Nya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hamba-Nya dan Rasul-Nya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Implementasi *IR-Lock* pada *Quadcopter* untuk *Safety Landing* menggunakan ROS”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis mengutarakan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materiil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Mohammad Nurdin, S.T., M.AB.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ismail Rokhim, S.T., M.T.
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Ibu Nuryanti, ST. M Sc.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Setyawan Ajie Sukarno, SST. MT, MSc. Tech. dan Bapak Dr. Ing. Yuliadi Erdani, M.Sc., Dipl.El.HTL.
5. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak Ridwan, S.S.T., M. Eng., Bapak Ismail Rokhim, S.T., M.T. dan Bapak Harry Khoumas Saputra, S.T., M. Ti.
6. Tim *Matching Fund* Vokasi 2023 Politeknik Manufaktur Bandung.
7. Keluarga Besar PT Geotronics Pratama Indonesia.

8. Mentor kami, Laksamana Pertama TNI Dr. Yanuar Handwiono, S.H., M.Tr(Han)., M.Sc., M.Tr Opsla
9. Terakhir dan terutama kepada Ibunda penulis, Bunda dan Reynard yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril maupun materiil kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua.

Bandung, 1 Januari 2024

Penulis

ABSTRAK

Poledrone (*Polman Education Drone*) atau merupakan *quadcopter Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) yang memiliki empat rotor pendaratan simetris dan memiliki ketinggian yang sama di setiap sudutnya. Selain itu, Poledrone harus memiliki stabilitas yang baik dan mampu meminimalkan gangguan pada setiap gerakan dengan mengoptimalkan parameter sistem pengontrol. Namun sebagai sistem 6 DoF, Poledrone memiliki kompleks dinamis dengan non-linear yang tinggi, kopling yang kuat dan *underactuated* sehingga sulit untuk diubah menjadi algoritma kontrol. Poledrone dengan pengontrol PID sering mengalami *overshoot* yang menyebabkan tidak stabil sehingga mengakibatkan kegagalan pendaratan presisi tanpa kerusakan apa pun. Dengan memperhatikan beberapa kelebihan metode PID maka peneliti membentuk implementasi *IR-Lock* dengan kontrol PID pada Poledrone dengan menggunakan ROS sebagai *middleware*nya. Hasil pengujian dengan *IR-Lock* adalah ketepatan pendaratan yang baik dan rata-rata waktu tempuh pendaratan adalah 11,073 s. Namun tanpa *IR-Lock* Ketepatan pendaratan cukup baik dan rata-rata waktu tempuh pendaratan adalah 5,84 s. Penelitian ini hasilnya dapat digunakan sebagai alat bantu pembelajaran guna memperoleh titik akurat yang lebih presisi pada sistem pendaratan Poledrone. Jadi, untuk penelitian selanjutnya, penelitian ini akan menggabungkan kamera dengan *IR-Lock* agar hasilnya lebih akurat.

Kata kunci: Poledrone, PID, *IR-Lock*, Sistem pendaratan presisi, ROS.

ABSTRACT

Poledrone (Polman Education *Drone*) is a *quadcopter* Unmanned Aerial Vehicle (UAV) system that has four symmetrical landing rotors and has the same heights of each corner. Apart from that, Poledrone must have good stability and be able to minimize distraction on every motion by optimizing the parameter of controller system. However, as a 6 DoF system, Poledrone has a dynamic complex with high non-linear, strong clutch and underactuated that makes it difficult to change into control algorithm. Poledrone with PID controller often suffers from overshoot causing it to be unstable which results in precision landing failure without any damage. By considering several strong points of PID methods, the researcher forms the implementation *IR-Lock* with PID control on Poledrone by using ROS as the middleware. The result of the test with *IR-Lock* is the precision of the landing is good and the average landing travel time is 11.073 s. But without *IR-Lock* the precision of the landing is quite good, and the average of landing travel time is 5.84 s. This research is that the result can be used as learning aid to obtain accurate point more precision Poledrone landing system. So, for future work the research will combine a camera with *IR-Lock* to make the result more accurate.

Keywords: Poledrone, PID, IR-Lock, Precision landing system, ROS.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	1
PERNYATAAN ORISINALITAS	2
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	3
MOTO PRIBADI	4
KATA PENGANTAR	5
ABSTRAK	7
ABSTRACT	8
DAFTAR ISI	9
DAFTAR TABEL	10
DAFTAR GAMBAR	11
DAFTAR LAMPIRAN	12
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	13
I BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Batasan Masalah	3
I.4 Tujuan dan Manfaat	3
I.5 Sistematika Penulisan	3
II BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Tinjauan Teori	4
II.1.1 <i>Quadcopter dynamic and problem statement</i>	4
II.1.2 <i>Modelling the landing process</i>	5
II.2 Tinjauan Alat	6
II.2.1 Desain dari Poledrone	6
II.2.2 <i>IR-Lock</i>	7
II.3 Studi Penelitian Terdahulu	8
III BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH	11
IV BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
V BAB V PENUTUP	23
V.1 Kesimpulan	23
V.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	24
LAMPIRAN	26

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Penelitian Terdahulu	8
Tabel III. 1 Perancangan komponen dan <i>software</i> Tugas Akhir	13
Tabel IV. 1 Pengetesan tanpa <i>IR-Lock</i>	20
Tabel IV. 2 Pengetesan dengan <i>IR-Lock</i>	21

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Konfigurasi Poledrone	4
Gambar II. 2 <i>Basic of PID</i>	5
Gambar II. 3 Dimensi dari Poledrone	6
Gambar II. 4 Plan view for <i>IR-Lock</i>	7
Gambar III. 1 <i>Flowchart</i> metodologi	11
Gambar IV. 1 <i>Flowchart</i> kerja	15
Gambar IV. 2 Posisi <i>Arming</i>	16
Gambar IV. 3 <i>Running mission to waypoint</i>	17
Gambar IV. 4 <i>Landing at Home Position</i>	17
Gambar IV. 5 <i>IR-Lock</i> dan <i>beacon sensor</i>	17
Gambar IV. 6 Sudut pandang kamera <i>drone</i>	19
Gambar IV. 7 Sudut pandang <i>drone</i> belum tegak lurus	19
Gambar IV. 8 Sudut pandang <i>drone</i> telah tegak lurus	19
Gambar IV. 9 Simulasi <i>drone</i> saat <i>take-off</i>	20
Gambar IV. 10 Simulasi <i>drone</i> mendarat tanpa <i>soft-landing mission</i>	20

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman ini sengaja dikosongkan.

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

UAV = Unmanned Aerial Vehicle

IR-Lock = Infra Red lock

DoF = Degrees of Freedom

ROS = Robot Operating System

PID = Proportional-Integral-Derivative

Poledrone = Polman Education *Drone*

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Salah satu perkembangan teknologi saat ini yang sedang mencapai puncak popularitasnya di era masyarakat 4.0 adalah *drone*. Poledrone yang merupakan sebuah *quadcopter* merupakan sistem *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) yang memiliki empat rotor pendaratan simetris dan memiliki ketinggian yang sama di setiap sudutnya. Selain itu, Poledrone harus memiliki stabilitas yang baik dan mampu meminimalkan gangguan pada setiap gerakan dengan mengoptimalkan parameter sistem pengontrol. Namun sebagai sistem 6 DoF, Poledrone memiliki struktur yang kompleks dan dinamis dengan non-linearitas yang tinggi, kopling yang kuat dan *underactuated* sehingga sulit untuk diubah menjadi algoritma kontrol. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang dapat melakukan pendaratan Poledrone secara presisi.

Beberapa penelitian telah dilakukan dengan menggunakan platform bergerak, untuk memverifikasi keefektifan sistem di atas, dilakukan percobaan untuk mendaratkan *quadcopter* pada target yang bergerak di permukaan tanah datar dan miring. Ketika fungsi *levelling* tidak diterapkan, *quadcopter* sering kali terbalik saat mencoba mendarat. Sebaliknya, ketika fungsi *levelling* digunakan, semua upaya pendaratan berhasil [1], [2], [3]. Desain pengontrol saraf *quadcopter* berdasarkan *Reinforcement Learning* (RL) untuk mengendalikan manuver pendaratan dan lepas landas secara lengkap, bahkan dalam kondisi berangin yang bervariasi dan hasilnya adalah pelatihan pengontrol saraf telah diuji hingga kecepatan angin 36 km/jam [4], [5].

Ada beberapa peneliti yang mengembangkan metode baru untuk mengukur difusivitas termal sampel kecil dan berbentuk tidak beraturan dengan diameter sekitar 1 mm dengan menggabungkan termografi *lock-in* dan metode pemanasan berkala pada kamera Inframerah skala mikro 67 untuk identifikasi cacat pada material komposit [6], [7], [8]. *Robot Operating System* (ROS) adalah kerangka kerja untuk Linux yang menyediakan banyak sumber daya dan kerangka

pengembangan di dalamnya yang membuat pengembangan robot menjadi mudah, fleksibel, kuat, dan lebih cepat. ROS yang memiliki dua fungsi; salah satunya adalah memetakan tampilan 3D dari lingkungan peta satelit yang disediakan dan yang lainnya adalah pengawasan yang dilakukan pada lingkungan peta satelit yang disediakan [9]. Pada Uji Termal Penguncian Inframerah Non-Destruktif, periode siklus secara tidak langsung menentukan jumlah energi yang diterapkan selama pengujian; oleh karena itu, hal ini diharapkan dapat memberikan dampak yang besar pada hasilnya. Hasil dari variasi jumlah siklus terungkap bahwa siklus uji termal yang optimal ada diantara tiga dan sembilan siklus [10], [11], [12], [13]. *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) atau *drone* terintegrasi dengan kecerdasan buatan dengan *Convolutional Neural Network* (CNN) yang digunakan untuk deteksi objek dan pelacakan target. Hasilnya berdasarkan beberapa iterasi menunjukkan bahwa efisiensi yang dicapai untuk pelacakan target adalah 96,5% [14], [15].

Yang tampaknya menjadi permasalahan saat ini adalah Poledrone dengan pengontrol PID sering mengalami *overshoot* sehingga menyebabkan tidak stabil yang mengakibatkan kegagalan pendaratan presisi tanpa kerusakan apa pun. Dengan memperhatikan beberapa kelebihan metode PID maka peneliti membentuk implementasi *IR-Lock* dengan kontrol PID pada Poledrone dengan menggunakan ROS sebagai *middleware*nya. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah hasilnya dapat digunakan sebagai alat bantu pembelajaran agar diperoleh titik akurat lebih dari 90% untuk optimalisasi sistem pendaratan Poledrone. Penelitian ini secara sistematis dibagi menjadi beberapa bagian, terdiri dari arsitektur *platform*, perancangan dan simulasi hasilnya.

I.2 Rumusan Masalah

Berikut merupakan rumusan masalah yang melatar belakangi diambilnya topik ini:

1. Bagaimana mengatasi kurangnya nilai presisi suatu pendaratan Poledrone?
2. Bagaimana simulasi hasil dari penelitian yang dibuat?
3. Bagaimana hasil perbandingan dengan *drone* yang tidak menggunakan fungsi *soft-landing*?

I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa Batasan masalah sebagai berikut.

1. Sistem dapat melakukan fungsi *soft-landing*.
2. Pengaplikasian percobaan dilakukan tes dalam simulasi gazebo.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini yaitu :

1. Untuk membuat rancangan alat bantu pembelajaran agar diperoleh titik akurat lebih dari 90% untuk optimalisasi sistem pendaratan Poledrone.
2. Untuk membuat program *soft-landing* pada *drone*

Serta manfaat dari penelitian ini diantaranya :

1. Dapat membantu pengajar untuk menyampaikan ilmu dengan simulasi langsung

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika Karya Tulis 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 penelitian 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 jawaban permasalahan yang dirumuskan, dan penjelasan mengenai hasil-hasil TA.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan serta saran bagi pembaca.