

Kaji Pengolahan Citra pada *Quadcopter* v9 untuk Misi Terbang *Object Detection*

Shabrina Novita Dwi Utami¹, Budi Hartono²

^{1,2}Program Studi Teknik Aeronautika, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

¹E-mail : shabrina.novita.aer21@polban.ac.id

²E-mail : buhar@polban.ac.id

ABSTRAK

Teknologi *object detection* berkembang pesat dan semakin banyak digunakan di berbagai sektor industri. Contohnya dalam sektor industri otomotif, teknologi *object detection* diterapkan pada mobil berbasis *self-drive car*, teknologi tersebut berfungsi untuk menjalankan mobil sesuai dengan rute yang telah ditentukan. Pada bidang kesehatan, *quadcopter* digunakan untuk mengirimkan bantuan medis kepada pasien yang terpapar virus, sementara dalam bidang keselamatan, *quadcopter* membantu dalam operasi pencarian dan penyelamatan. Pada penelitian ini, sebuah *quadcopter* dirakit menggunakan berbagai komponen yang dibutuhkan, selain itu terdapat sistem yang dirancang untuk tujuan misi terbang *object detection*. Perangkat yang digunakan untuk menunjang sistem pengolahan citra pada *quadcopter* yaitu Raspberry Pi. Bahasa pemrograman yang digunakan pada Raspberry Pi yaitu Python dengan pustaka OpenCV dan DroneKit. Dalam misi terbangnya, *quadcopter* akan terbang secara *autonomous* sepanjang *waypoint*, dan saat kamera mendeteksi objek berbentuk lingkaran merah, *quadcopter* akan mendarat di atas objek tersebut. Jika sistem pengolahan citra tidak dapat mendeteksi objek lingkaran merah, maka *quadcopter* akan terbang di sepanjang *waypoint* lalu akan melakukan perintah *return to home*. Pada penelitian ini, *quadcopter* berhasil dirakit dan dapat diterbangkan secara *autonomous*, dengan sistem pengolahan citra yang mampu mendeteksi objek lingkaran merah dengan diameter 40 cm pada ketinggian 3 m dengan kecepatan terbang sebesar 1 m/s².

Kata Kunci

image processing, object detection, quadcopter, Raspberry Pi.

ABSTRACT

Object detection technology is growing rapidly and is increasingly used in various industrial sectors. For example, in the automotive industry, object detection technology is applied to self-drive cars, which function to run the car according to a predetermined route. In the health sector, quadcopters are used to deliver medical assistance to patients exposed to the virus, while in the safety field, quadcopters help in search and rescue operations. In this research, a quadcopter is assembled using various required components, in addition there is a system designed for the purpose of flying object detection missions. The device used to support the image processing system on the quadcopter is Raspberry Pi. The programming language used on Raspberry Pi is Python with OpenCV and DroneKit libraries. In the flying mission, the quadcopter will fly autonomously along the waypoint, and when the camera detects a red circle-shaped object, the quadcopter will land on the object. If the image processing system cannot detect the red circle object, the quadcopter will fly along the waypoint and then perform a return to home command. In this research, the quadcopter is successfully assembled and can be flown autonomously, with an image processing system that is able to detect a red circle object with a diameter of 40 cm at an altitude of 3 m with the fastest speed.

Keywords

image processing, object detection, quadcopter, raspberry pi

1. PENDAHULUAN

Object detection merupakan teknologi yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menentukan keberadaan suatu objek tertentu di dalam video atau gambar (1). Penggunaan teknologi *object detection* dapat ditemukan pada mobil yang berbasis *self-driv car* atau mobil tanpa pengemudi. Teknologi *object detection* pada mobil *self-driving car* ini digunakan untuk mengendalikan dan menjalankan mobil sesuai dengan rute yang telah ditentukan. Selain terdapat pada mobil, teknologi *object detection* juga dapat ditemukan pada *quadcopter*. Contoh penggunaannya terjadi pada saat pandemik Covid-19, yaitu *quadcopter* digunakan untuk mengirimkan bantuan medis berupa makanan atau obat-obatan kepada pasien yang terjangkit virus Covid-19 (2). *Quadcopter* akan terbang dan mencari objek untuk dideteksi, setelah mendeteksi objek maka *quadcopter* akan menjatuhkan bantuan medis di atas objek tersebut.

Fauzan, N. menyusun penelitian yang berjudul “Quadcopter dengan Sistem Pengolahan Citra: Kaji Sistem Pengolahan Citra”. *Quadcopter* ini memiliki misi terbang untuk melakukan pendeteksian objek yang berada di atas permukaan tanah. *quadcopter* tersebut akan tinggal landas, terbang antar *waypoint*, dan mendarat secara otomatis jika objek terdeteksi. Komponen Raspberry Pi digunakan untuk memberi perintah pada Pixhawk sebagai *flight controller* agar *quadcopter* dapat mendarat diatas objek (3).

Hairunnisa, L. menyusun penelitian dengan judul “Quadcopter dengan Sistem Pengolahn Citra: Kaji Pengolahan Citra untuk Misi Terbang Simulasi Pencarian dan Penyelamatan”. *Quadcopter* ini diterapkan sistem *image processing* berbasis mini-PC Raspberry Pi untuk misi terbang pencarian dan penyelamatan. Sistem *image processing* tersebut ditulis menggunakan bahasa pemrograman Python dengan OpenCV sebagai pustakanya dan Pixhawk 2.4.8 sebagai *flight controller* (4).

Pada penelitian ini, sebuah *quadcopter* dirakit dan dirancang dengan sistem *image procesing* untuk misi terbang *object detection*. Target objek yang dideteksi yaitu berbentuk lingkaran merah yang memiliki diameter 40 cm. Bahasa pemrograman yang digunakan yaitu Python 3.11 dengan putaka OpenCV 4.10. *Quadcopter* dirakit menggunakan Pixhawk 2.4.8 sebagai *flight controller* dan mini-PC Raspberry Pi 4 Model B dengan *webcame* sebagai input citra.

2. LANDASAN TEORI

2.1 *Quadcopter*

Quadcopter atau *quadrotor* merupakan jenis *drone* yang memiliki empat buah baling-baling sebagai penggeraknya. Untuk mengontrol pergerakan *quadcopter* dapat dilakukan secara manual oleh *remote control* ataupun bergerak tanpa melibatkan kendali dari manusia atau yang lebih dikenal sebagai terbang *autonomous*. *Quadcopter* memiliki dua pasang rotor, setiap pasang rotor bergerak berlawanan arah dengan pasangan rotor lainnya (5). Berikut adalah beberapa komponen beserta fungsinya yang digunakan pada *quadcopter*, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen *quadcopter* dan fungsinya

Komponen	Fungsi
Frame	Struktur utama atau tempat yang digunakan untuk memasang komponen-komponen <i>quadcopter</i> (6)
Flight controller	Perangkat yang dapat memahami pergerakan <i>quadcopter</i> menggunakan sensor yang ada didalamnya (6)
Electronic Speed Controller	Untuk menentukan kecepatan motor sesuai dengan perintah dari <i>flight controller</i> (6)
Propeller	Putaran propeller dapat menghasilkan gaya angkat dan dapat menjaga stabilitas terbang <i>quadcopter</i> (6)
Motor	Komponen yang menjadi sumber utama untuk menggerakkan propeller (6)
Baterai	Menyimpan dan menyuplai daya pada komponen <i>quadcopter</i> (6)
Power Module	Mengubah voltase tinggi dari baterai menjadi sesuai kebutuhan komponen (7)
Power Distribution Board (PDB)	Berfungsi untuk menyalurkan daya ke komponen <i>quadcopter</i> (8)
Kamera	Mengindera objek yang akan dideteksi (9)
Remote Control	Mengirim perintah dan mengontrol pergerakan terbang <i>quadcopter</i> (10)
Global Position System (GPS)	Untuk mengetahui lokasi <i>quadcopter</i> memberikan informasi navigasi dan posisi <i>quadcopter</i> pada pilot atau <i>flight control system software</i> (11)
Telemetry	Menerima atau mengirimkan data terbang antara <i>quadcopter</i> dengan <i>ground control station</i> (7)
Sensor Ketinggian	Untuk mengukur tinggi terbang <i>quadcopter</i> terhadap permukaan tanah (12)

2.2 Pengolahan Citra

Pengolahan citra merupakan proses merekonstruksi dan meningkatkan kualitas suatu gambar/citra. *Input* yang diproses yaitu gambar dan *output* yang menghasilkan berupa gambar yang memiliki kualitas lebih baik. Contoh proses pengolahan citra salah satunya yaitu penghilangan derai (*noise*) berupa titik yang menyeluruh pada gambar. Untuk menghasilkan gambar yang lebih baik, maka diperlukannya proses penapisan (*filtering*) dengan mengurangi derai (13).

2.3 Misi Terbang *Object Detection*

Misi terbang yang akan dilaksanakan pada penelitian ini yaitu sistem pengolahan citra yang dirancang mampu mendeteksi objek berupa lingkaran merah dengan diameter 40. Pada awalnya *quadcopter* akan tinggal landas dari posisi *Navigation Point 1* (NP 1) menuju posisi *Navigation Point 2* (NP 2), jarak atau lintasan terbang *quadcopter* dari posisi NP 1 sampai NP 2 disebut *waypoint*. Pada saat *quadcopter* terbang sepanjang *waypoint* kamera akan terus mengindera permukaan tanah. Ketika sistem pengolahan citra dapat mendeteksi objek lingkaran merah, maka *quadcopter* akan mendarat di atas objek tersebut. Namun, ketika objek tidak terdeteksi maka *quadcopter* akan terbang menuju NP 2 dan kembali menuju titik tinggal landas.

3. METODOLOGI

3.1 Perakitan *Quadcopter*

Perakitan *quadcopter* melibatkan penyusunan dan penggabungan berbagai komponen hingga menjadi sebuah *quadcopter* yang siap diterbangkan. Komponen penting seperti akselerometer, kompas, radio, dan ESC harus dikalibrasi menggunakan Mission Planner. Setelah itu, dilakukan uji terbang perdana untuk memastikan semua komponen berfungsi dengan baik dan kalibrasi telah dilakukan dengan benar. Selanjutnya, uji terbang PID *autotune* dilakukan untuk meningkatkan performa terbang *quadcopter* agar lebih andal dan stabil di udara.

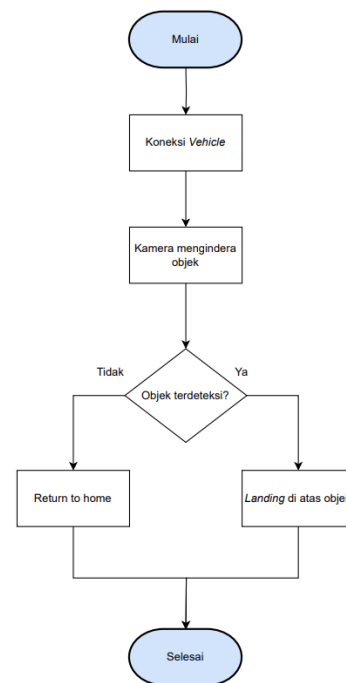
3.2 Perancangan Sistem Pengolahan Citra dan *Autonomous*

Pada proses perancangan sistem yang akan digunakan pada misi terbang *object detection*, dibutuhkan sebuah perangkat yang mampu menjalankan program pengolahan citra. Perangkat yang mendukung tersebut adalah Raspberry Pi 4 Model B. Raspberry Pi perlu dikonfigurasi dengan

perangkat lainnya, seperti *flight controller*, laptop, dan *software* yang dibutuhkan.

3.3 Pemrograman Pengolahan Citra

Setelah melalui proses uji terbang manual serta uji terbang PID *autotune* dan *quadcopter* dapat terbang dengan stabil, tahap selanjutnya yaitu melakukan pemrograman sistem pengolahan citra dan misi terbang *object detection*. Bahasa pemrograman yang dipakai dalam sistem pengolahan citra dan misi terbang ini adalah Python dengan beberapa pustaka yang digunakan seperti OpenCV, NumPy, DroneKit. Proses pembuatan dilakukan beriringan dengan proses perakitan *quadcopter* hingga uji terbang PID *autotune*. Setelah program selesai dibuat, maka program akan diinstalasi pada sistem agar *quadcopter* dapat melakukan uji misi terbang *object detection*. Alur proses pemrograman pengolahan citra pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.

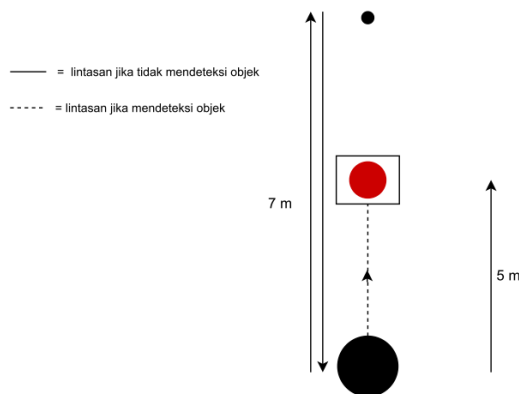


Gambar 1. Diagram alir pemrograman pengolahan citra

3.4 Uji Terbang *Object Detection*

Setelah program *autonomous* dan pengolahan citra dapat diterapkan pada *quadcopter*, maka langkah selanjutnya yaitu melakukan uji terbang *object detection*. *Quadcopter* akan terbang sesuai

dengan program yang telah dirancang untuk melakukan misi terbangnya. Pada uji terbang ini, sistem pengolahan citra dirancang agar mampu mendeteksi objek lingkaran merah yang memiliki diameter 40 cm. Jika sistem tersebut dapat mendeteksi objek tersebut maka *quadcopter* akan mendarat di atas objek tersebut. Dan jika sistem tidak mendeteksi objek, *quadcopter* akan terbang sepanjang *waypoint* dan kembali menuju tempat *take-off*. Selain melakukan misi terbang, *flight control* pada *quadcopter* akan menyimpan semua informasi yang didapatkannya. Setelah itu, informasi tersebut akan disimpan sebagai data untuk dianalisis. Lintasan uji terbang *quadcopter* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Lintasan terbang *quadcopter*

4. HASIL DAN PENGUJIAN

4.1 Hasil Perakitan *Quadcopter*

Quadcopter yang dirakit menggunakan berbagai komponen yang umumnya tersedia di pasaran. Proses perakitan dimulai dengan pemasangan *arm frame* pada *center plate*. Setelah *frame* terpasang, langkah berikutnya adalah memasang *landing skid* ke *frame*. Ketika *landing skid* sudah terpasang, langkah selanjutnya adalah memasang *pixhawk damper* pada *center plate* untuk kedudukan Pixhawk. Komponen ini berfungsi meredam getaran yang dihasilkan oleh propeller agar sensor-sensor yang mengirim data ke Pixhawk tidak terganggu. Kemudian, 4 motor dipasang pada masing-masing *arm quadcopter*. Kabel diatur serapi mungkin untuk menghindari kontak dengan propeller saat berputar.

Setelah komponen berhasil dirakit, maka langkah selanjutnya yaitu melakukan kalibrasi atau

pengaturan Pixhawk dengan Mission Planner. Untuk mengetahui apakah komponen dapat berfungsi dan kalibrasi telah berhasil, maka dilakukan uji terbang perdana. Setelah itu dilakukan uji terbang PID *autotune* untuk meningkatkan kemampuan terbang. Hasil perakitan *quadcopter* pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil perakitan *quadcopter*

4.2 Hasil Perancangan Sistem Pengolahan Citra dan *Autonomous*

Pengkoneksian antara sistem pengolahan citra yaitu Raspberry dilakukan pada laptop sebagai *Ground Control System* membutuhkan beberapa perangkat lunak dalam melakukan proses koneksi.

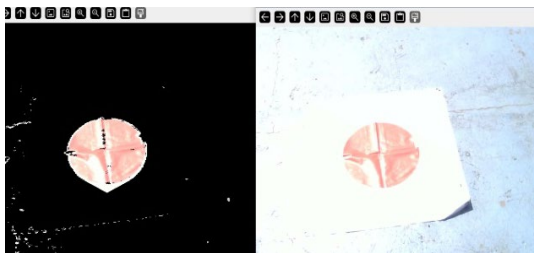
1. Raspberry Pi Imager, digunakan untuk menginstal OS pada Raspberry Pi
2. VNC Viewer, *software* yang berfungsi untuk memonitor dan menjalankan Raspberry Pi
3. PuTTY, untuk mengakses Raspberry Pi melalui SSH
4. Advanced IP Scanner, digunakan untuk mencari alamat IP Raspberry Pi yang dihubungkan ke jaringan Wi-Fi

Proses pengkoneksian juga dilakukan dengan Pixhawk sebagai *flight controller*, yaitu dengan menghubungkan kabel dari port TELEM 2 ke pin ground, power, RX, dan TX pada Raspberry Pi selain dihubungkan dengan laptop.

4.3 Hasil Pemrograman Pengolahan Citra

Setiap benda memiliki nilai warna HSV yang berbeda tergantung dari kondisi pencahayaan yang berbeda juga (14). Objek yang akan dideteksi

adalah warna merah. Warna merah memiliki banyak variasi, maka nilai HSV warna merah pun akan bervariasi. Penentuan nilai HSV warna merah menggunakan metode *trackbar*. Metode *trackbar* merupakan metode penentuan nilai HSV yang dapat dilakukan secara langsung dan dapat disesuaikan menurut kondisi pencahayaan dan variasi warna (15). Untuk mengetahui nilai warna HSV *threshold* pada objek lingkaran warna merah, ketika script program *trackbar* dijalankan, sebuah jendela *trackbar* yang memiliki beberapa slider akan muncul: *lower hue* (L-H) dengan rentang 0-255, *upper hue* (U-H) dengan rentang 0-255, *lower saturation* (L-S) dengan rentang 0-255, *upper saturation* (U-S) dengan rentang 0-255, *lower value* (L-V) dengan rentang 0- 255, dan *upper value* (U-V) dengan rentang 0-255. Nilai-nilai *lower* dan *upper* HSV ini dapat diatur dengan menggeser *slider* pada jendela *trackbar*. Pada penelitian ini warna merah memiliki nilai L-H adalah 0, L-S adalah 100, L-V adalah 101, U-H adalah 10, U-S adalah 255, dan U-V adalah 255. Hasil pendeteksian warna merah menggunakan metode HSV *Threshold* yang terdapat pada tampilan laptop dapat dilihat pada Gambar 4.



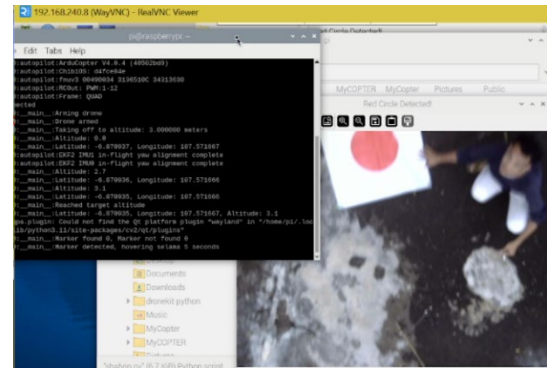
Gambar 4. Hasil pendeteksian warna merah menggunakan metode HSV *Threshold*

4.4 Hasil Uji Misi Terbang

Uji terbang dilaksanakan di lapangan terbuka. Titik *waypoint* yang diatur pada DroneKit dalam pengujian ini berada pada jarak 7 m dari titik *take-off quadcopter*. Sebuah lingkaran merah ditempatkan pada jarak 5 m dari titik lepas landas. Tujuan uji terbang ini adalah untuk mendeteksi lingkaran merah dengan diameter 40 cm dari ketinggian 2, 3 dan 4 m.

Objek dengan diameter 40 cm dengan ketinggian terbang 3 m mampu terdeteksi oleh sistem pengolahan citra. Hal tersebut dapat dilihat pada tampilan VNC Viewer pada Gambar 5 yang menunjukkan program pada Raspberry Pi. Setelah objek terdeteksi maka tampilan jendela kamera akan menghilang secara otomatis dan *quadcopter*

akan melakukan *hovering* selama 5 detik sebelum *landing* di atas objek. Setelah *landing* diatas objek, dilakukan pengukuran jarak antara titik tengah lingkaran merah dan *quadcopter*. Jarak antara *quadcopter landing* dan titik tengah lingkaran sebesar 93 cm.



Gambar 5. Hasil pendeteksian pengolahan citra pada misi terbang *object detection*

5. KESIMPULAN

Quadcopter v9 berhasil dirakit dan mampu diterbangkan secara manual menggunakan *remote control* dan secara *autonomous* menggunakan jaringan WiFi.

Sistem pengolahan citra untuk mendeteksi objek lingkaran warna merah mampu diterapkan pada *quadcopter*. Dari hasil uji terbang *object detection*, sistem pengolahan citra pada ketinggian 3 m terbukti mampu mendeteksi objek lingkaran merah dengan diameter 40 cm.

Data koordinat lokasi GPS yang digunakan untuk menentukan *navigation point 2* pada *waypoint* harus benar-benar akurat, karena sangat mempengaruhi terbang *quadcopter*.

Secara keseluruhan, hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa *quadcopter* mampu terbang secara *autonomous* dan mampu mendeteksi objek lingkaran merah. Ketinggian yang optimal untuk mendeteksi objek yaitu 3 m dengan ukuran diameter objek 40 cm.

DAFTAR PUSTAKA

1. T. A. D. Dompeipen and S. R. Sompie, "Penerapan Computer Vision untuk Pendeteksian dan Penghitung Jumlah Manusia," Jurnal Teknik Informatika, vol. 15.
2. M. L. Hakim, S. Yatmono, A. C. Nugraha, and M. Khairudin, "Autonomous Quadcopter with Image Object Detection Method as a Sender of Assistance for Covid-19 Patients," International Journal of

- Mechatronics and Applied Mechanics, vol. 1, no. 10, 2021.
3. H. Mahendra, "Quadcopter dengan Sistem Pengolahan Citra: Kaji Pengolahan Citra untuk Misi Terbang Object Tracking and Following," 2020.
 4. L. Hairunnisa, "Quadcopter dengan Sistem Pengolahan Citra: Kaji Pengolahan Citra untuk Misi Terbang Simulasi Pencarian dan Penyelamatan," 2020.
 5. Suprianto, "Komponen dan Prinsip Kerja Quadcopter," Oktober 2013. [Online]. Available: <https://blog.unnes.ac.id/antosupri/komponendan-prinsip-kerja-Quadcopter/>.
 6. OscarLiang.com, "Quadcopter Hardware Overview – Every Component Explained," Juni 2018. [Online]. Available: <https://oscarliang.com/Quadcopter-hardware-overview/>.
 7. dronetrest.com, "Beginners Guide to Drone Autopilots (Flight Controller) and How They Work," November 2015. [Online]. Available: <https://www.dronetrest.com/t/beginners-guide-to-drone-autopilot-flightcontrollers-and-how-they-work/1380>.
 8. ardupilot.org, "Sky-Drones SmartAP Power Distribution Board," 2023. [Online]. Available: <https://ardupilot.org/copter/docs/common-smartapfdb>.
 9. zenadrone, "Getting Started with Drones with Camera: An In-Depth Guide," June 21, 2024. [Online]. Available: <https://www.zenadrone.com/drones-with-camera/>.
 10. leisureanswers, "The Drone Remote Controller," leisureanswers. [Online]. Available: <https://leisureanswers.com/the-drone-remote-controller/>.
 11. Umiles, "GPS in Drones: What It Is For and When to Use It," August 28, 2023. [Online]. Available: <https://umilesgroup.com/en/gps-in-drones-what-it-isfor-and-when-to-use-it/>.
 12. routescene, "What is UAV LiDAR?" May 25, 2022. [Online]. Available: <https://www.routescene.com/resources/what-is-uav-lidar/>.
 13. sobari.site, "Pengolahan Citra," April 2016. [Online]. Available: <https://sobarisite.wordpress.com/2016/04/16/pengolahan-citra-2/>.
 14. Fitriyah, H., & Wihandika, R. C, "Dasar-Dasar Pengolahan Citra Digital," Universitas Brawijaya Press, 2021.
 15. Aditya V. R. M, Husni L. N, Pratama A. D, Handayani S. A, "Penerapan Sistem Pengolahan Citra Digital Pendeteksi Warna pada Starbot," Jurnal Teknik, 2024.