

Perancangan dan Implementasi Sistem Kendali Quadcopter AR Drone 2.0 Berbasis Pengolahan Citra Warna

Mulqi Mauli Fahmi¹, Muhammad Daud², Andik Bintoro³
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
Kampus Unimal Bukit Indah, Blang Pulo, Lhokseumawe, Aceh 24355

Email: mulkimaulifahmi98@gmail.com¹, mdaud@unimal.ac.id², andik@unimal.ac.id³

Abstrak

Quadcopter AR Drone 2.0 merupakan salah satu contoh pesawat tanpa awak yang berjenis multirotor dan biasa digunakan untuk riset penelitian. AR Drone dilengkapi dengan sensor-sensor dan kamera sehingga dapat memantau sesuatu dari jarak jauh. Dengan diterapkan pengolahan citra pada quadcopter maka quadcopter akan memiliki banyak kemampuan untuk melakukan misi, seperti tracking, landing, dan mendeteksi objek tertentu. Pengolahan citra digital (digital image processing) adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari tentang teknik-teknik pengolahan citra digital. Citra yang dimaksud pada penelitian ini adalah objek tracking yang berasal dari sensor vision (webcam). Secara matematis, citra merupakan fungsi kontinu dengan intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Agar dapat diolah dengan komputer digital, suatu citra harus direpresentasikan secara numerik dengan nilai-nilai diskrit. Sebuah citra digital dapat diwakili oleh sebuah matriks dua dimensi $f(x,y)$. Pada pengolahan warna gambar, ada bermacam-macam model salah satunya adalah model hue, saturation, value (HSV). Metode yang digunakan adalah melakukan color filtering pada ruang warna HSV yang dilakukan menggunakan drone yang mengikuti target sementara target telah ditentukan yang akan diikuti oleh drone. Berdasarkan hasil pengujian delay yang diperoleh ketika drone kembali pada target adalah 10 detik dengan jarak yang berbeda-beda yaitu 40 cm, 60 cm, 80cm, dan 100 cm.

Kata Kunci —: Quadcopter AR Drone 2.0, sistem kendali, pengolahan citra, deteksi objek

Abstract

Quadcopter AR Drone 2.0 is an example of a multirotor unmanned aircraft and is commonly used for research. AR Drone is equipped with sensors and cameras so that it can monitor something remotely. By applying image processing to the quadcopter, the quadcopter will have many capabilities to carry out missions, such as tracking, landing, and detecting certain objects. Digital image processing (digital image processing) is a scientific discipline that studies digital image processing techniques. The image referred to in this study is the tracking object originating from the vision sensor (webcam). Mathematically, the image is a continuous function with light intensity in a two-dimensional plane. In order to be processed by a digital computer, an image must be represented numerically with discrete values. A digital image can be represented by a two-dimensional matrix $f(x,y)$. In image color processing, there are various models, one of which is the hue, saturation, value (HSV) model. The method used is to perform color filtering in the HSV color space which is carried out using a drone that follows the target while the target has been determined to be followed by the drone. Based on the test results, the Perancangan dan Implementasi Sistem Kendali Quadcopter AR Drone 2.0 Berbasis Pengolahan Citra Warna

delay obtained when the drone returns to the target is 10 seconds with different distances, namely 40 cm, 60 cm, 80 cm and 100 cm..

Keywords— Quadcopter AR Drone 2.0, control system, image processing, object detection

1. PENDAHULUAN

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) atau pesawat tanpa awak atau drone adalah sebuah mesin yang mampu terbang dan dikendalikan oleh pilot dari jarak jauh. Beberapa tahun belakangan, UAV mulai digemari di Indonesia terutama untuk keperluan peliputan berita seperti peliputan video bencana, kemacetan lalu lintas ataupun selebrasi acara tertentu. Industri hiburan dan sipil juga menggunakan UAV sebagai alat penangkap foto maupun video yang dirasa lebih baik hasilnya jika diambil dari udara. Parrot A Drone 2.0 merupakan salah satu UAV jenis quadrotor. Parrot AR Drone 2.0 merupakan salah satu contoh pesawat tanpa awak yang berjenis multirotor dan biasa digunakan untuk riset (L. R. D. Putra et al., 2015).

Sejak dirilisnya Parrot AR Drone 2.0, banyak programmer dan developer yang mengembangkan sistem Parrot AR Drone 2.0. Banyak produsen drone yang berkonsentrasi mengembangkan sistem pengolahan citra digital. Sehingga, banyak penelitian maupun lomba dengan menggunakan Parrot AR. Drone 2.0 yang telah dikembangkan. Lomba tersebut salah satunya mengharuskan Parrot AR. Drone 2.0 untuk terbang dan mendarat pada landasan secara autonomous dengan memanfaatkan pengolahan citra digital untuk mendeteksi landasan. Deteksi objek dalam pengolahan citra digital adalah suatu proses yang digunakan untuk menentukan keberadaan objek tertentu di dalam suatu citra digital (Nagataries et al., 2012).

Berdasarkan permasalahan tersebut maka untuk mendeteksi objek diperlukannya deteksi warna sebagai langkah awal untuk bisa mendeteksi objek. Pada penelitian ini dilakukan implementasi pengolahan citra pada quadcopter. Quadcopter yang digunakan adalah Parrot AR. Drone 2.0, karena quadcopter jenis ini merupakan salah satu quadcopter yang telah memiliki built in camera sehingga tidak diperlukan kamera tambahan sehingga dapat memaksimalkan pergerakan quadcopter. Penelitian ini difokuskan kepada cara pengiriman data citra dari quadcopter ke komputer dan bagaimana mengolah data tersebut menjadi sebuah pendeteksi warna. Agar kamera quadcopter bisa digunakan untuk mengenali warna maka akan digunakan metode color filtering HSV. Pemilihan HSV ini karena menurut (F. Guo, 2004; T. Sutoyo, E. Perancangan dan Implementasi Sistem Kendali Quadcopter AR Drone 2.0 Berbasis Pengolahan Citra Warna

Mulyanto, V. Suhartono, O.D. Nurhayati, 2009) metode ini memiliki keuntungan yaitu sederhana dalam pemrograman dan prosesnya cepat sehingga cocok untuk aplikasi real time. Data citra yang didapatkan dari kamera quadcopter akan dikirim pada komputer untuk dilakukan pengolahan citra, data yang diambil merupakan data RGB yang akan dikonverter pada ruang warna HSV yang selanjutnya akan dilakukan pemisahan berdasarkan range warna yang sudah ditentukan. Beberapa penelitian yang menerapkan pengolahan citra seperti pada (S.S. Nestinger, 2010) ringkas dalam pengoperasiannya. Quadcopter juga dapat dikendalikan jarak jauh sehingga dapat digunakan untuk menggantikan peran manusia. Selain itu quadcopter dapat digunakan sebagai deteksi dan following objek.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Quadcopter

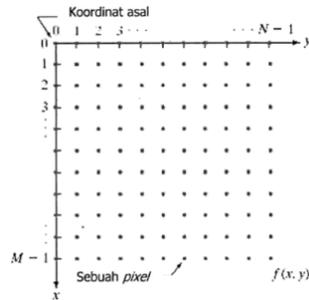
Menurut (W. Kusuma, R. Effendi, 2012) quadcopter adalah sebuah kerangka berbentuk menyilang yang memiliki empat buah motor. Pada tiap motor terpasang baling-baling yang berfungsi sebagai penggerak dari quadcopter. Baling-baling tersebut menghasilkan aliran udara yang memiliki daya angkat agar quadcopter dapat terbang. Quadcopter memiliki empat pergerakan yaitu roll (gerakan ke kiri dan kanan searah sumbu y), pitch (gerakan ke depan belakang searah sumbu x), yaw (gerakan ke atas dan bawah searah sumbu z), serta yaw (gerakan berputar kiri dan kanan yang berotasi pada sumbu z). Untuk detail dari pergerakan bisa dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1 Parrot AR. Drone 2.0 (W. Kusuma, R. Effendi, 2012)

2.2 Citra Digital

Suatu citra dapat didefinisikan sebagai fungsi $f(x,y)$ berukuran M baris dan N kolom, dengan x dan y adalah koordinat spasial, dan amplitudo f di titik koordinat (x,y) dinamakan intensitas atau tingkat keabuan dari citra pada titik tersebut. Apabila nilai x,y dan nilai amplitudo f secara keseluruhan berhingga (finite) dan bernilai distrit maka dapat dikatakan bahwa citra tersebut adalah citra digital. Gambar 2 menunjukkan posisi koordinat citra digital (K. G. D. Putra, 2010).



Gambar 2 Koordinat Citra Digital (K. G. D. Putra, 2010)

Citra digital dapat ditulis dalam bentuk matrik sebagai berikut seperti pada persamaan (1) berikut ini.

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,N-1) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \dots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix} \quad \text{..... (1)}$$

Nilai pada suatu irisan antara baris dan kolom (pada posisi x,y) disebut dengan picture elements, image elements, pels, dan pixels. Istilah pixels paling sering digunakan pada citra digital.

2.3 Open CV

Open Computer Vision (OpenCV) yaitu Application Programming Interface (API). Library yang sudah familiar pada pengolahan citra computer vision. Computer Vision itu sendiri adalah salah satu cabang dari bidang ilmu pengolahan citra (image processing) yang memungkinkan komputer dapat melihat seperti manusia. Dengan vision tersebut komputer dapat mengenali terhadap suatu objek yang diamati. Beberapa pengimplementasian dari computer vision adalah face recognition, face detection, face/object tracking, dan road tracking. OpenCV library untuk computer vision dan C/C++. OpenCV didesain untuk aplikasi real-time, fungsi-fungsi akuisisi yang baik untuk image/video. OpenCV terdiri dari lima library, yaitu:

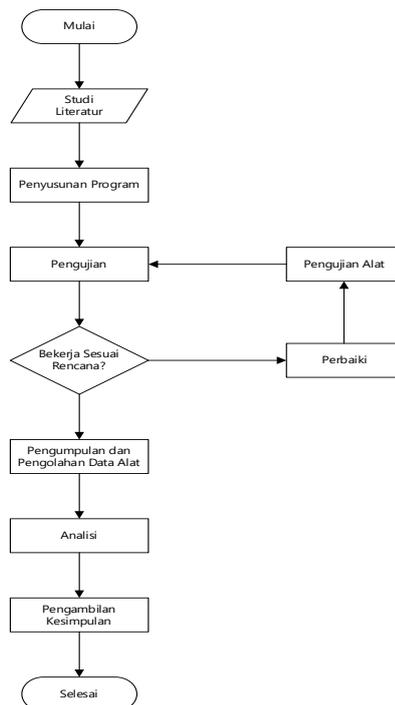
1. CV: untuk algoritma Image processing dan Vision
2. ML: untuk machine learning library
3. Highgui: untuk GUI, Image dan Video I/O
4. CXCORE: untuk struktur data, support XML dan fungsi-fungsi grafis.
5. CvAux

Dari kelima library yang terdapat pada OpenCv yang diaplikasikan kedalam pendeteksi warna foto yaitu CV dan HighGui.

3. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

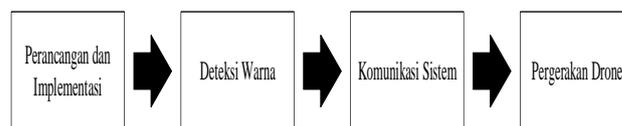
Tahapan-tahapan penelitian dibuat dalam bentuk diagram alir agar dapat memudahkan untuk menganalisa dan mengimplementasikan sistem yang direncanakan yaitu sistem kontrol pada Parrot AR Drone dengan menggunakan pengolahan citra warna. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini:.



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

3.2 Desain Sistem

Pada penelitian ini perancangan dan implementasi di bagi menjadi tiga bagian yaitu seperti pada Gambar 4, yaitu komunikasi sistem, pergerakan Drone, yaitu deteksi warna.



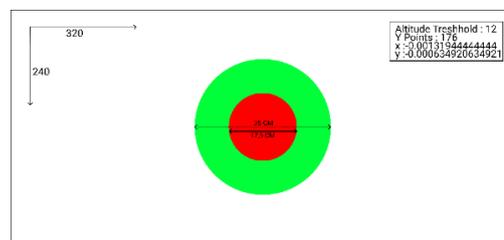
Gambar 4 Blok Diagram Desain Sistem

Perancangan dan Implementasi Sistem Kendali Quadcopter AR Drone 2.0 Berbasis Pengolahan Citra Warna

Dalam blok diagram desain sistem ini melalui beberapa tahap-tahapan yaitu melakukan perancangan dan implementasi pada Parrot Ar. Drone 2.0 yaitu membuat program sehingga quadcopter dapat mendeteksi warna sesuai yang diinginkan, komunikasi sistem disini ialah pengiriman data yang diterima oleh quadcopter dan data yang diterima akan dikirimkan ke laptop melalui jaringan wifi. quadcopter bergerak sesuai objek yang ditentukan.

3.3 Deteksi Warna

Dalam perancangan deteksi warna pada Parrot AR. Drone 2.0 akan mengambil data dari kamera. Pertama akan dilakukan mengubah data pixel citra (RGB) di konversi ke HSV, setelah itu warna terdeteksi dan data nilai X dan Y didapat pada titik koordinat. Berikut dapat dilihat pada Gambar 5 dibawah ini.

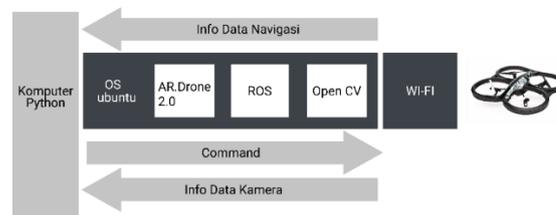


Gambar 5 Perancangan Luas Frame Pembacaan

Ukuran frame pembacaan seperti Gambar 5 yaitu $x=240$ dan $y=320$, setelah permukaan koordinat yang digunakan untuk mengambil data RGB. Nilai RGB diambil pada koordinat $x=-0.00131944444444$ dan $y=-0.000634920634921$, kemudian data akan disimpan pada array dan akan diconverter ke nilai HSV.

3.4 Komunikasi Sistem

Komunikasi sistem ini dilakukan menggunakan komputer yang terdapat sistem operasi Ubuntu untuk mengontrol Parrot AR. Drone 2.0 menggunakan AR. Drone Autonomy, ROS (Robot Operating Sistem), Open CV melalui jaringan wifi sehingga Parrot AR. Drone 2.0 dapat bergerak. Dapat di lihat pada Gambar 6 berikut ini.

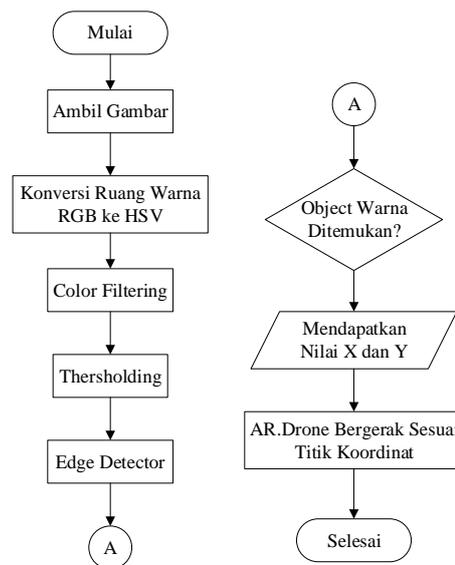


Gambar 6 Blok Komunikasi pada Sistem.

Perancangan dan Implementasi Sistem Kendali Quadcopter AR Drone 2.0 Berbasis Pengolahan Citra Warna

3.5 Pergerakan Drone

Pergerakan drone ini dilakukan menggunakan computer yang di kontrol melalui input keyboard untuk Take Off, Hover, dan Landing oleh pengguna. Setelah itu pengguna akan memberikan intruksi pergerakan pada quadcopter dengan keyboard dan Parrot AR. Drone 2.0 akan terbang sesuai intruksi yang diberikan oleh pengguna. Untuk pergerakan kiri dan kanan menggunakan sistem kontrol pengolahan citra warna. Pertama akan dilakukan pengambilan gambar dari kamera dan mengubah pixel gambar dari RGB ke HSV, color filtering disini berfungsi untuk memanipulasi suatu citra berdasarkan spesifik data. Thresholding untuk mengubah warna menjadi hitam putih, Edge Detector disini bertujuan untuk mengidentifikasi titik-titik dalam gambar digital sehingga object ditemukan dan mendapatkan nilai X dan Y, dan Parrot AR. Drone 2.0 bergerak sesuai titik koodinat yang ditentukan oleh pengguna. Berikut dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah ini:



Gambar 7 Alur Keseluruhan Kontrol Pergerakan Menggunakan Pengolahan Citra

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas tentang pengujian berdasarkan perancangan dari sistem yang telah dibuat. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan dari sistem dan untuk mengetahui apakah sistem sudah berjalan dengan perencanaan, sekaligus mengetahui kelebihan dan kekurangan sistem yang di rancang.

4.1 Realisasi Sistem

Setelah selesai merancang sebuah program untuk mengontrol Parrot A. Drone 2.0, terlebih dahulu melakukan pengecekan pada setiap program. Selanjutnya melakukan simulasi pada program, apabila terjadi kesalahan pada program maka akan dilakukan evaluasi pada program tersebut. Setelah hasil evaluasi sesuai dengan tujuan yang di inginkan maka akan dilakukan pengujian untuk pengambilan data pada pergerakan Parrot AR. Drone 2.0.

4.2 Menghubungkan Drone ke API Client

Untuk menghubungkan API Client dengan Parrot AR. Drone 2.0 menggunakan koneksi Wi-Fi untuk terhubung dengan program Client. Parrot AR. Drone 2.0 dapat dikontrol oleh perangkat apapun yang dapat mendukung koneksi Wi-Fi. Berikut ini adalah proses koneksi antara Client dan Drone:

1. Ketika drone dinyalakan, koneksi Wi-Fi pada drone akan hidup dengan sendirinya dengan ESSID default dari format dengan IP Address 192.168.1.1.
2. Karena drone sebagai server, perangkat Client meminta alamat IP Address dari drone DHCP serve.
3. Server DHCP drone kemudian mengalokasikan prgram Client alamat IP Address, dimana alamat IP Address adalah IP Address drone di tambah angka secara acak antara 1 dan 4 untuk Parrot AR. Drone 2.0.
4. Komunikasi dapat dilakukan antara Client dan drone melalui port layanan (UDP dan TCP).

4.3 Mendeteksi dan Melacak Objek

Pada saat drone diterbangkan kamera drone akan melacak objek target, dengan ketinggian drone pada target 140 cm, dapat dilihat pada Gambar 8 di bawah ini:

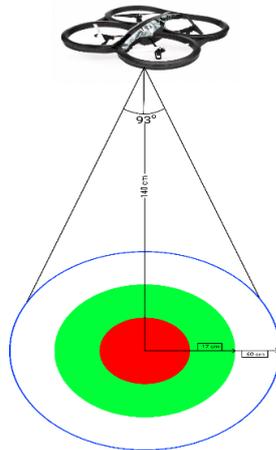


Gambar 8 Drone mendeteksi dan melacak objek

Perancangan dan Implementasi Sistem Kendali Quadcopter AR Drone 2.0 Berbasis Pengolahan Citra Warna

4.3 Pengujian

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui fungsi dan kinerja dari keseluruhan sistem. Program pengujian disimulasikan disuatu sistem operasi Linux Ubuntu. Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kehandalan dari suatu sistem dan untuk mengetahui apakah sudah sesuai dengan perencanaan atau belum. Quadcopter mengirimkan data dan gambar dari kamera (Parrot AR. Drone 2.0) ke laptop. Pada proses ini saya menggunakan laptop untuk menerima data dan gambar menggunakan open-cv untuk memfilter, mengubah gambar Hue Saturation Value (HSV), thresholding, menghitung kesalahan posisi. Berdasarkan kesalahan itu, saya mengirimkan sinyal kontrol (roll, pitch, dan ketinggian) ke quadcopter untuk melacak objek, dapat dilihat pada Gambar 9 berikut ini.



Gambar 9 Luas Deteksi pada Kamera AR Drone

Luas deteksi kamera AR Drone membentuk sudut 93° yang terlihat, ketinggian drone pada target yang telah ditentukan ialah 140cm dengan nilai $x=-0,001319444444444$ dan $y=-0,000634920634921$, panjang dari tag merah ke tag lingkaran hijau ialah 17 cm dan dari tag merah ke tag lingkaran biru ialah 60cm yang diukur menggunakan meteran secara manual.

4.3.1 Pengujian Drone pada Saat Target Diam

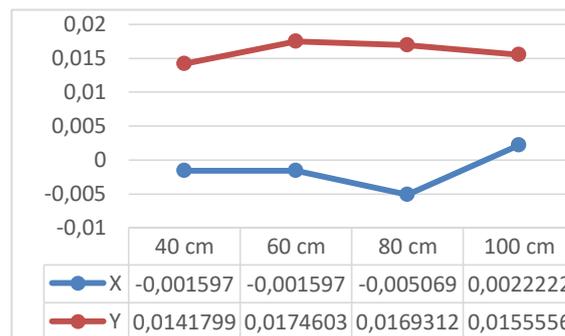
Pengujian pertama yaitu proses drone bergerak dan terget diam untuk mencari kecepatan delay drone kembali pada target. Dalam penelitian ini, akan diukur delay drone kembali pada target dan akan di dapatkan nilai x dan y pada saat drone bergerak dan kembali pada target. Pengujian dilakukan 4 tahapan yaitu pada jarak 40

cm, 60 cm, 80 cm, dan 100 cm. Adapun hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1 Pengujian Drone Pada Saat Target Diam

NO	Jarak	x	Y	Delay
1	40 cm	-0.00159722222222	0.0141798941799	02:49-03:01
2	60 cm	-0.00159722222222	0.0174603174603	03:09-03:19
3	80 cm	-0.00506944444444	0.0169312169312	04:08-04:18
4	100 cm	0.00222222222222	0.0155555555556	05:35-05:45

Dari Tabel 1 dapat dilihat pengujian drone bergerak dan target diam, dimana dilakukan 4 kali pengujian dengan jarak yang berbeda dan delay drone kembali ke target juga berbeda. Disini didapatkan perbedaan delay drone kembali ke target dengan perbedaan delay 10 detik, dapat dilihat pada Gambar 10 berikut ini.



Gambar 10 Grafik Pengujian Sistem Kontrol Drone pada Saat Target Diam

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 1 ditunjukkan pada Gambar 10 pada saat target diam dimana sumbu Y mengalami kenaikan pada jarak 60 cm dan mengalami penurunan pada jarak 80 cm sampai dengan 100 cm, dimana sumbu X pada jarak 60 cm tidak mengalami perubahan sama seperti pada jarak 40 cm dan mengalami penurunan pada jarak 80 cm selanjutnya jarak 100 cm mengalami kenaikan sehingga mencapai 0.00222222222222.

4.3.2 Pengujian Drone pada Saat Target Dipindahkan

Pengujian kedua yaitu proses drone bergerak mengikuti target yang dipindahkan untuk mencari kecepatan delay drone mengikuti target yang

dipindahkan. Dalam penelitian ini, akan diukur delay drone mengikuti target yang di pindahkan dan akan didapatkan nilai x dan y pada saat drone bergerak mengikuti target yang dipindahkan. Pengujian dilakukan 4 tahapan yaitu pada jarak 40 cm, 60 cm, 80 cm, dan 100 cm. Adapun hasil dari pengujian ini di dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2 Pengujian Drone Pada Saat Target Dipindahkan

NO	Jarak	x	Y	Delay
1	40 cm	0.007083333333333	-0.00412698412698	03:00 - 03:10
2	60 cm	-0.009722222222222	0.00582010582011	03:36 - 03:46
3	80 cm	-0.006111111111111	0.00275132275132	04:20 - 04:30
4	100 cm	0.009236111111111	-0.000846560846561	05:20 - 05:30

Dari Tabel 2 dapat dilihat pengujian drone bergerak dan taget diam, dimana dilakukan 4 kali pengujian dengan jarak yang berbeda dan delay drone kembali ke target juga berbeda. Disini didapatkan perbedaan delay drone kembali ke target dengan perbedaan delay 10 detik, dapat dilihat pada Gambar 11 di bawah ini.

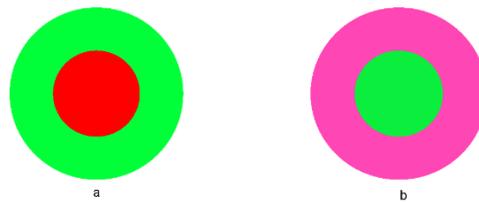


Gambar 11 Grafik Pengujian Sistem Kontrol Drone pada Saat Target Dipindahkan

Berdasarkan hasil pengujian Tabel 2 ditunjukkan pada Gambar 11 dimana sumbu X mengalami penurunan yang sangat drastis pada jarak 60 cm dan mengalami kenaikan pada jarak 80 cm sampai jarak 100 cm. Dimana sumbu Y mengalami penurunan tidak terlalu drastis seperti sumbu X pada jarak 60 cm dan mengalami kenaikan pada jarak 80 cm sampai jarak 100 cm mengalami kenaikan.

4.3.3 Pengujian Drone pada Saat Dua Target dengan Berbeda Warna

Pengujian drone pada saat dua target dimunculkan yaitu proses drone bergerak mengikuti target yang telah ditentukan tetapi pada saat target bermunculan dengan secara bersamaan bagaimana drone memilih sebuah target yang telah di tentukan dan tidak memilih target dengan warna berbeda, apabila target yang muncul dengan warna yang berbeda maka drone tidak dapat mendeteksi target. Adapun hasil dari pengujian ini di dapat dilihat pada Gambar 12 di bawah ini:



Gambar 12 (a) Target warna yang telah ditentukan (b) Target warna yang tidak ditentukan

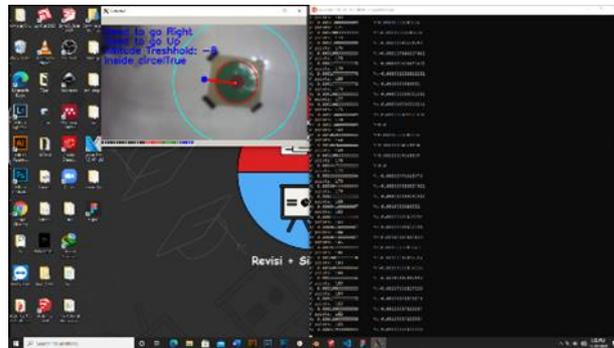
Tabel 3 Warna-Warna Target untuk Pengujian Drone

NO	Range Warna Pengujian	Pengujian Kamera Drone	
		Warna Terdeteksi	Warna Tidak Terdeteksi
1		Terdeteksi	
2			Tidak Terdeteksi
3			Tidak Terdeteksi
4			Tidak Terdeteksi
5			Tidak Terdeteksi

Berdasarkan Gambar 13 ditunjukkan dimana warna target yang berbeda jika ditampilkan pada kamera drone maka drone akan memilih warna target yang telah ditentukan pada program yang dibuat. Dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

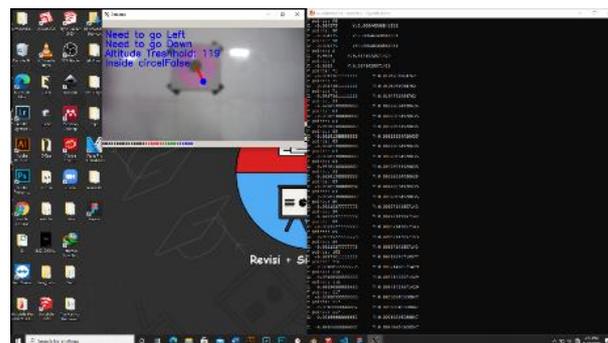
Adapun warna yang muncul pada kamera drone berbeda dengan warna target yang dibuat pada program maka drone tidak akan terdeteksi dikarenakan pada saat pemograman nilai warna yang telah ditentukan ialah 65, 60, 60 berupa warna merah dan nilai 80, 255, 255 berupa warna hijau dan drone tidak dapat mendeteksi warna lain

selain warna yang telah ditentukan ialah warna merah dan hijau. Dapat dilihat pada Gambar 14 pada saat pengujian berikut ini.



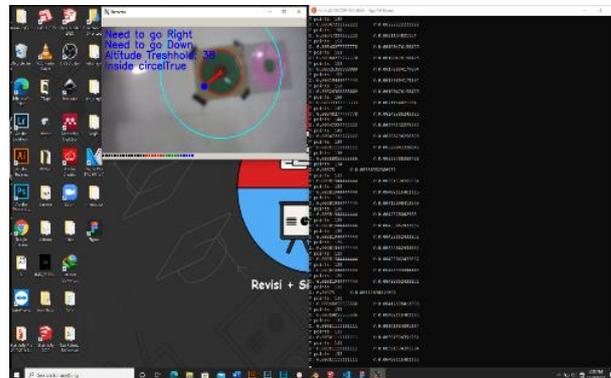
Gambar 13 Pengujian Dengan Target yang Ditentukan

Berdasarkan pada Gambar 14 disini pada saat pengujian drone dengan target yang telah ditentukan maka drone akan mendeteksi warna tersebut dan membentuk lingkaran sesuai dengan lingkaran target yang telah ditentukan.



Gambar 14 Pengujian Dengan Target yang Tidak Ditentukan

Berdasarkan pada Gambar 15 disini pada saat pengujian drone dengan target yang tidak ditentukan maka drone tidak mendeteksi target dengan warna yang berbeda, pada saat tidak muncul maka data yang muncul yaitu data yang sebelumnya pada saat target warna yang telah ditentukan, jadi untuk data dengan warna yang tidak ditentukan tidak akan bermunculan pada display komputer.



Gambar 15 Pengujian pada saat dua target warna bermunculan

Berdasarkan pada Gambar 16 di sini pada saat pengujian dua target warna bermunculan maka drone akan memilih target yang telah ditentukan dalam program, dimana pada saat pemrograman sudah ditentukan target yang akan terdeteksi oleh kamera drone dan akan mengikuti target tersebut, dapat dilihat pada Gambar 16 di atas. Pada gambar diatas terlihat bahwa drone hanya mendeteksi warna yang telah di program dan membentuk lingkaran pada target dimana lingkaran merah ialah luas pada warna hijau dan warna biru ialah area batas drone mendeteksi target dan garis merah yang memiliki titik biru ialah posisi drone berada, jika drone keluar dari area garis biru maka drone tidak akan mendeteksi target lagi, dan drone akan terbang tidak sesuai kendali.



Gambar 16 Posisi Drone pada Pengujian Dua Warna Bermunculan

Pada Gambar 16 dapat dilihat drone memilih target yang telah di program awal untuk mendeteksi warna merah dan hijau, dapat disimpulkan bahwa drone tidak Perancangan dan Implementasi Sistem Kendali Quadcopter AR Drone 2.0 Berbasis Pengolahan Citra Warna

mengenal warna yang berbeda pada saat drone ditarik tidak keluar dari lingkaran biru maka drone akan kembali lagi ke target yang telah ditentukan begitu juga pada saat target dipindahkan drone akan mengikuti target kemana pun target tersebut.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari perancangan, implementasi, dan pengujian sistem yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut. Algoritma untuk mendeteksi terget dan mengikuti sebuah objek target yang telah dibuat maka sistem dapat mendeteksi dan mengikuti sebuah objek yang telah dipindahkan. Intensitas cahaya mempengaruhi delay video streaming, semakin kecil intensitas cahaya maka semakin besar delay video streaming dan semakin besar intensitas cahaya maka semakin kecil delay video streaming. Target dapat terdeteksi dengan kamera drone dengan jarak minimal 40 cm dan maksimal 100 cm untuk target dengan diameter 35 cm. Ketika melewati batas maksimal, target tidak dapat lagi terdeteksi oleh kamera drone dan drone tidak terkendali.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya adanya pengujian dengan implementasi sistem kendali quadcopter ar drone 2.0 berbasis pengolahan citra dengan metode kombinasi dengan model yang lain dengan melihat hasil akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- F. Guo, Q. C. (2004). Proceedings of the 5th "World Congress on Intelligent Control and Automation. World Congress on Intelligent Control and Automation.
- Nagataries, D., Hardiristanto, S., & Purnomo, M. H. (2012). Deteksi Objek pada Citra Digital Menggunakan Algoritma Genetika untuk Studi Kasus Sel Sabit. *J. Electr. Eng.*
- Putra, K. G. D. (2010). Pengolahan Citra Digital. ANDI.
- Putra, L. R. D., Mutiara, G. A., & Hapsari, G. I. (2015). Pengendalian Ar Drone 2.0 Dan Pengambilan Data Citra Berdasarkan Lokasi Koordinat Gps. *EProceedings of Applied Science*, 1(2).
<https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/appliedscience/article/view/4042>

- S.S. Nestinger, H. H. C. (2010). Traffic surveillance, air pollution monitoring, area mapping, agricultural application, and the remote inspection require high manoeuvrability and robustness with respect to disturbances. *Institute of Electrical and Electronics Engineers (Ieee)*, 66-77.
- T. Sutoyo, E. Mulyanto, V. Suhartono, O.D. Nurhayati, W. (2009). *Teori Pengolahan Citra Digital*. ANDI.
- W. Kusuma, R. Effendi, and E. I. (2012). Perancangan dan Implementasi Kontrol Fuzzy-PID pada Pengendalian Auto Take-Off Quadcopter UAV. *J. Tek. POMITS*, 1(1), 1-6.