

## Sistem Pendaratan Otomatis *Quadcopter* dengan Pengolahan Citra menggunakan Metode *Douglas Peucker*

Cindy Lilian<sup>1</sup>, Gembong Edhi Setyawan<sup>2</sup>, Wijaya Kurniawan<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya  
Email: <sup>1</sup>[liliancindy916@gmail.com](mailto:liliancindy916@gmail.com), <sup>2</sup>[gembong@ub.ac.id](mailto:gembong@ub.ac.id), <sup>3</sup>[wjaykurnia@ub.ac.id](mailto:wjaykurnia@ub.ac.id)

### Abstrak

*Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) telah terbukti sebagai alat yang bermanfaat dalam berbagai bidang. UAV atau *quadcopter* dilengkapi dengan sejumlah sensor dan sistem pencitraan yang dapat melakukan berbagai hal berbasis citra. Hal ini membuktikan bahwa pemanfaatan *quadcopter* dapat dialokasikan untuk tujuan tertentu, misalnya tujuan mencapai mekanisme pendaratan. Pendaratan merupakan fase yang dapat menyebabkan kerusakan yang *fatal* pada *quadcopter* jika tidak mendarat pada tempatnya. Maka dari itu *quadcopter* dirancang agar dapat mendarat secara otomatis pada suatu objek dengan berbagai bentuk menggunakan algoritma *douglas-peucker*. Pertama melakukan konversi ruang warna RGB ke *grayscale* agar objek mudah terdeteksi lalu menghilangkan *noise* menggunakan *blur*. Kemudian mendeteksi tepian objek menggunakan *canny* dan dilanjutkan dengan pencarian nilai kontur yang sesuai agar mendapatkan tepi-tepi dari objek sehingga *quadcopter* bisa mengenali masing-masing bentuk objek dari tepian yang didapatkan serta dibantu dengan penghitungan sisi objek menggunakan metode *douglas-peucker*. Lalu ditampilkan pada sebuah *frame* yang dibagi menjadi 9 *grid* dan melakukan pergerakan otomatis sesuai posisi *grid* hingga pendaratan otomatis. Pengujian dilakukan dengan menguji pergerakan *quadcopter* untuk mendeteksi objek dengan kecepatan 0,3m/s dan 0,5m/s serta menguji ketepatan pendaratan dengan ketinggian 125cm, 150cm, 175cm dan 200cm. Hasil menunjukkan bahwa, pada kecepatan 0,3 m/s didapatkan persentase ketepatan deteksi objek yang baik yaitu 100% dan didapatkan persentase ketepatan pendaratan terbaik yaitu 83,3% pada ketinggian 125cm.

**Kata kunci:** *quadcopter, pendaratan otomatis, pengolahan citra, douglas peucker.*

### Abstract

*Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) has proven to be a useful tool in many fields. UAV or *quadcopter* is equipped with a number of sensors and imaging systems that can perform various image-based things. This proves that *quadcopter* utilization can be allocated for a particular purpose, for example the purpose of reaching the landing mechanism. The landing is a phase that can cause fatal damage to the *quadcopter* if it does not land in its place. Thus the *quadcopter* is designed to automatically land on an object in various forms using the *douglas-peucker* algorithm. First convert the RGB color space to grayscale for easy to detect objects and eliminate noise using *blur*. Then it detects the edges of the object using *canny* and proceeds to search for the appropriate contour values to get the edges of the object so that the *quadcopter* can recognize each object shape from the edge obtained and assisted with the object counting using the *douglas-peucker* method. Then it will be displayed on a frame that is divided into 9 grids and performs automatic movement according to the grid position until perform autonomous landing. Testing is done by testing the movement of *quadcopter* to detect object with speed 0,3m / s and 0,5m / s and test landing accuracy with height 125cm, 150cm, 175cm and 200cm. The results show that, at a speed of 0.3 m / s obtained the percentage of accuracy of good object detection is 100% and obtained the best landing percentage accuracy is 83.3% at 125cm altitude.

**Keywords:** *quadcopter, automatic landing, image processing, douglas peucker.*

## 1. PENDAHULUAN

*Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) atau pesawat tak berawak telah banyak terbukti sebagai alat yang bermanfaat bagi masyarakat saat ini. Penggunaan UAV dalam berbagai bidang antara lain pengawasan dan pengamatan dalam militer, serangan melalui udara dan laporan *survey* jika daerah tersebut dalam bahaya agar manusia dapat mengantisipasi kejadian tersebut (Gadda, 2013). *Quadcopter* adalah salah satu jenis pesawat tanpa awak yang memiliki empat buah baling-baling (Hanafi, 2014). Pesawat tanpa awak berjenis *quadrotor* ini pada tahun terakhir telah banyak dipergunakan sebagai bahan dalam berbagai tema penelitian dan juga aplikasi. Seperti penelitian Micro – *quadcopter AR.Drone* yang kini telah tersedia secara komersial dan sudah bukan hal yang asing untuk dijadikan sebagai bahan penelitian. *AR.Drone* memiliki segelintir keuntungan yang dapat diperoleh seperti, ukurannya yang kecil, memiliki kestabilan yang baik serta dapat beroperasi baik itu didalam ruangan yang terbatas ataupun diluar ruangan. *AR.Drone* telah dilengkapi dengan sejumlah sensor dan sistem pencitraan/visualisasi yang memungkinkan melakukan berbagai hal berbasis citra. Contoh permasalahan visualisasi yang tengah populer dan sedang dikembangkan pada beberapa pesawat tanpa awak ini adalah sebuah pendeteksian target dengan pengolahan citra digital melalui kamera yang terintegrasi. Masalah ini bisa diselesaikan dengan metode yang beragam, antara lain dengan mencocokkan pola atau bentuk (*shape/pattern matching*) (Dang et al, 2013).

Metode tersebut menunjukkan bahwa telah terjadi kemajuan dalam bidang *engineering* yang memungkinkan untuk menerapkan metode-metode kecerdasan yang dapat ditanamkan untuk suatu tujuan tertentu. Tujuan yang ingin dicapai berupa sebuah misi, misalnya misi mekanisme pendaratan. Pendaratan otomatis merupakan salah satu misi yang biasa diterapkan pada pesawat tak berawak. Dengan adanya pendaratan otomatis, hal-hal yang tidak diinginkan selama mekanisme *landing* bisa diminimalisir (Hanafi, 2014).

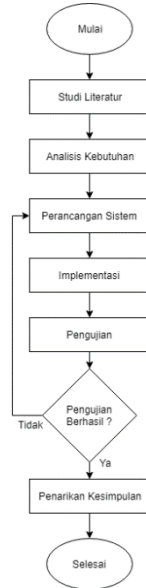
Menurut Hamdani et al (2013), *quadcopter* secara harfiah dikendalikan oleh manusia dari jarak yang jauh dengan radio transmitter sehingga sering mengalami kesalahan terhadap pengendalian dalam mekanisme *landing*. Hal ini

terjadi karena sebuah mekanisme *landing* merupakan salah satu mekanisme paling kritis dalam pengendalian *quadcopter* yang membutuhkan keakuratan untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan seperti kerusakan yg fatal pada *quadcopter* saat mendarat bukan pada tempatnya. Alasan lain pendaratan merupakan fase paling krusial pada penerbangan *quadcopter* karena walaupun sudah ada metode yang dikembangkan yaitu dengan penambahan perangkat GPS (*Global Positioning System*) untuk mendukung sistem pendaratan secara otomatis, ternyata memiliki kelemahan yang fatal. Ketika berada di daerah yang lingkungannya tidak dapat dijangkau oleh sinyal GPS atau memperoleh sinyal yang minim, maka sudah bisa dipastikan pendaratan tidak bisa dilakukan pada set poin yang terdapat pada GPS. Sehingga perangkat GPS tidak dapat digunakan sebagai acuan untuk mendarat. Maka dari itu diperlukan adanya sebuah mekanisme yang dapat membantu dalam mengatasi faktor kesalahan selama *landing*. Beberapa penelitian yang telah berhasil melakukan sistem pendaratan yaitu oleh Hamdani et al (2013), metode yang digunakan adalah *Behavior-Based Intelligent Fuzzy Control*, penelitian lainnya oleh Erwan Aprilian (2017) yang menggunakan koordinat GPS untuk sistem pendaratan otomatis dan Casroy Amroy Gaol (2017) yang menggunakan *Linier Quadratic Regulator (LQR)* sebagai metode yang juga dapat melakukan pendaratan otomatis.

Pada penelitian ini akan diterapkan juga sistem pendaratan otomatis berbasis pengolahan citra menggunakan beberapa metode sebagai pendukung pendeteksian objek landasan dalam bentuk deteksi tepi dengan berbagai bentuk objek seperti segitiga, kotak dan segilima agar tidak muncul suatu kerancuan selama berlangsungnya pendeteksian bentuk objek. Pertama ruang warna RGB dari objek akan di konversi terlebih dahulu ke Grayscale. Kemudian mendeteksi tepian objek menggunakan *canny* dan dilanjutkan dengan pencarian nilai kontur yang sesuai agar mendapatkan tepi-tepi dari objek sehingga *quadcopter* bisa mengenali masing-masing bentuk objek dari tepian yang didapatkan serta dibantu dengan penghitungan sisi objek menggunakan metode *douglas peucker*. Lalu ditampilkan pada sebuah *frame* yang dibagi menjadi 9 *grid* dan melakukan pergerakan otomatis sesuai posisi *grid* ketika mendeteksi objek hingga mencapai pendaratan otomatis.

Untuk mendapatkan hasil pada penelitian ini maka dilakukan pengujian ketepatan pergerakan dengan kecepatan yang berbeda dan pengujian ketepatan *landing* pada ketinggian yang berbeda.

**2. METODOLOGI PENELITIAN**



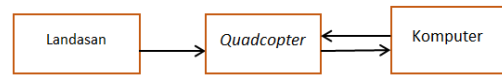
**Gambar 1.** Diagram Blok Metodologi Penelitian

Pada Gambar 1 dijelaskan tahapan metodologi yang digunakan pada penelitian ini yang meliputi studi literatur sebagai pendukung teori implementasi penelitian, analisis kebutuhan yang mengidentifikasi perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan pada sistem ini akan dibagi menjadi perancangan komunikasi sistem, perancangan pergerakan *quadcopter* dan perancangan deteksi objek. Pada perancangan komunikasi sistem akan dijelaskan tentang kinerja *quadcopter* kemudian pada perancangan deteksi objek akan dijelaskan kinerja *quadcopter* untuk mengenali objek segitiga, kotak dan segilima sebagai landasan untuk mendarat dan tahap akhir yaitu perancangan pergerakan pada *quadcopter* yang akan menjelaskan pergerakan otomatis ketika objek terdeteksi pada *frame* kamera bawah *quadcopter* hingga mencapai pendaratan otomatis.

**2.1. Perancangan Komuinikasi Sistem**

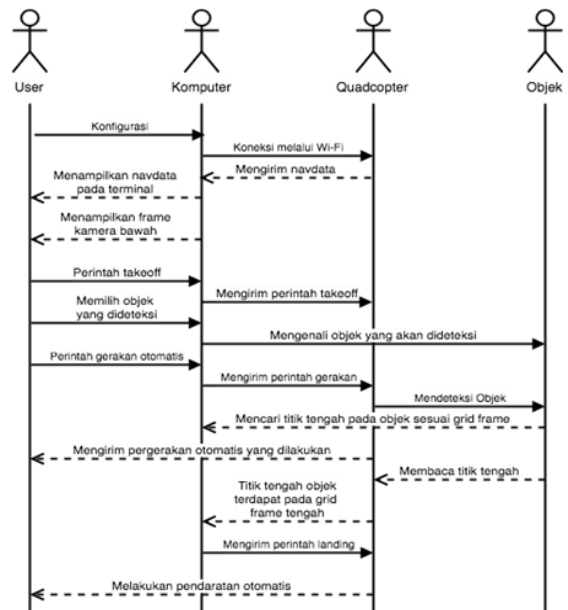
Pada perancangan sistem ini, untuk memudahkan pemahaman terhadap perancangan sistem secara keseluruhan maka dijelaskan dalam bentuk diagram blok sistem. Diagram blok sistem pada penelitian ini akan menjelaskan prinsip kerja pendaratan secara otomatis pada

*quadcopter* dalam mendeteksi objek yang menjadi target landasan seperti yang terlihat pada Gambar 2.



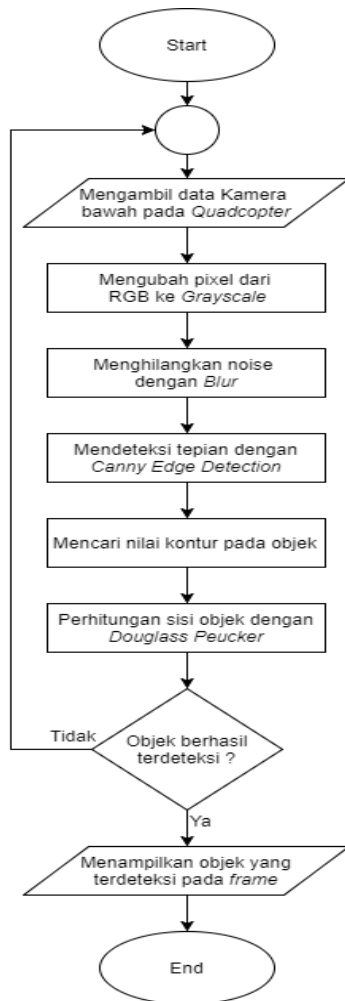
**Gambar 2.** Diagram Blok Komunikasi Sistem

Pada perancangan ini, keseluruhan data diproses dengan cara *user* mengkoneksikan komputer dengan *quadcopter* melalui *Wi-fi*. Kemudian melakukan konfigurasi pada komputer dengan menjalankan program yang telah dibuat. Selanjutnya *quadcopter* akan mengirim ke komputer berupa *navdata* yang terdiri atas data kamera dan juga data navigasi. Data yang telah dikirimkan akan ditampilkan pada layar komputer yang dapat dilihat langsung oleh *user*. Setelah itu *user* memberikan *input* dari komputer berupa perintah *take off* dan *quadcopter* akan mulai terbang kemudian bergerak dalam satu jalur dengan memberikan *input* untuk arah navigasi dengan tujuan mencari objek landasan. Selanjutnya *quadcopter* akan mendeteksi bentuk objek landasan tersebut dengan kamera bawah. Setelah data kamera berhasil didapatkan *quadcopter* akan mengirimkan *navdata* lagi ke komputer dan berikutnya *user* bisa melihat kinerja *quadcopter* yang mencapai mode otomatis dari mulai bergerak, mendeteksi landasan hingga mendarat seperti yang terlihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Use case diagram pada sistem

2.2. Perancangan Deteksi Objek

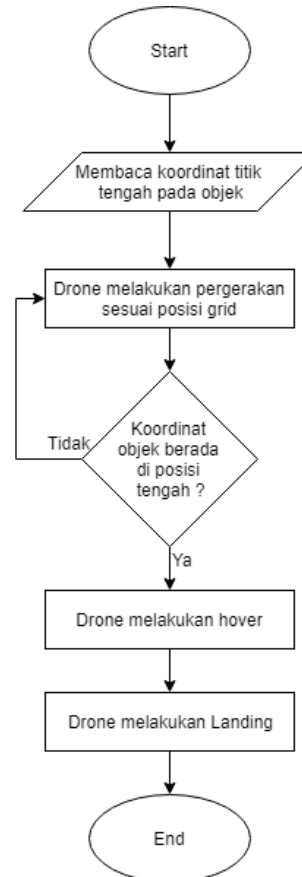


Gambar 4. Diagram alir pendeteksian objek

Seperti yang terlihat pada Gambar 4 data dari kamera *quadcopter* diolah dengan beberapa metode pengolahan citra diantaranya konversi ruang warna RGB ke *grayscale* agar objek tidak sulit untuk terdeteksi karena akan menghasilkan warna abu-abu yang dilanjutkan dengan proses menghilangkan *noise* menggunakan *blur*. Setelah proses *blur* selesai, akan dilanjutkan dengan deteksi tepian objek menggunakan *canny edge detection*. Metode *Canny Edge Detection* dapat meminimalkan adanya kerancuan pada tepi objek yang akan dideteksi sehingga memudahkan dalam pengolahan citra sebagai langkah awal untuk mengenali tepi dari objek yang dijadikan sebagai tempat mendarat. Tahap akhir yang dilakukan pada pendeteksian objek adalah pencarian nilai kontur yang sesuai pada intensitas tiap *pixel* yang bertetangga agar mendapatkan tepi-tepi dari objek yang akan dideteksi sehingga *quadcopter* bisa mengenali masing-masing bentuk objek dari tepian yang didapatkan serta dibantu dengan penghitungan

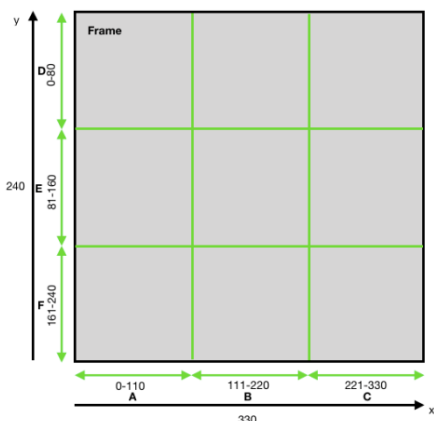
sisi objek menggunakan metode *Douglass Peucker*. Setelah pendeteksian objek selesai dilakukan hasilnya akan ditampilkan pada sebuah *frame*.

2.3. Perancangan pergerakan *quadcopter*



Gambar 5. Diagram alir pergerakan *quadcopter*

Seperti yang terlihat pada Gambar 5, perancangan pergerakan *quadcopter* menggunakan pembacaan pendeteksian objek landasan yang berfungsi sebagai *input* pada sistem. Kemudian *quadcopter* akan melakukan pergerakan secara otomatis sesuai dengan posisi objek yang terdeteksi, pergerakan otomatis ini berlangsung hingga mencapai titik tengah yang berada pada *grid* tengah pada *frame* kamera *quadcopter*. Jika *quadcopter* berhasil melakukan pergerakan otomatis sampai dengan pendeteksian objek yang berada di *area grid* tengah pada *frame*, maka akan melakukan pendaratan secara otomatis. Berikut ini adalah pergerakan otomatis yang akan dihasilkan oleh *quadcopter* setelah mendeteksi objek untuk mencapai pendaratan secara otomatis.



**Gambar 6.** Area pendeteksian objek pada pergerakan *quadcopter*

Pada Gambar 6 terdapat *frame* yang digunakan untuk menampilkan hasil kamera bawah pada *quadcopter* dan pendeteksian objek. Dengan menggunakan ukuran *frame* 330x240 *pixel* dapat mempermudah dalam proses mendeteksi objek karena *frame* akan dibagi menjadi beberapa bagian. Dalam pembagian *frame*, digunakan Persamaan 1 untuk pembagian pada sumbu *x* dan Persamaan 2 untuk pembagian pada sumbu *y*.

$$\text{pembagian sumbu } x = \frac{\text{sumbu } x}{3} \quad (1)$$

$$\text{pembagian sumbu } y = \frac{\text{sumbu } y}{3} \quad (2)$$

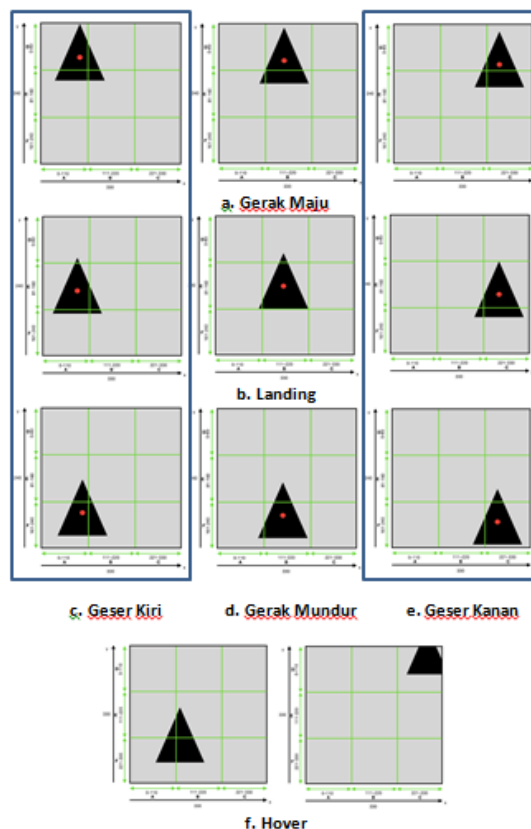
Berdasarkan persamaan 1 pada sumbu *x* akan dibagi menjadi 3 bagian, masing-masing bagian mempunyai ukuran 110 *pixel*. Sedangkan berdasarkan persamaan 2 pada sumbu *y* akan dibagi menjadi 3 bagian, masing-masing bagian mempunyai ukuran 80 *pixel*. Sehingga pada sumbu *x* dibagi dengan *range* 0-110 (A), *range* 111-220 (B), dan *range* 221-330 (C). Sedangkan pada sumbu *y* dibagi dengan *range* 0-80 (D), *range* 81-160 (E), dan *range* 161-240 (F).

*Quadcopter* akan bergerak maju ketika objek yang terdeteksi berada pada bagian *frame* BD yaitu sumbu *x* area 111-220 dan sumbu *y* dengan area 0-80. Letak objek saat gerak maju dapat dilihat seperti pada Gambar 6(a).

*Quadcopter* akan mendarat secara otomatis ketika objek yang terdeteksi berada pada bagian *frame* BE yaitu sumbu *x* area 111-220 dan sumbu *y* dengan area 81-160. Letak objek saat *landing* dapat dilihat seperti pada Gambar 6(b).

*Quadcopter* akan bergeser ke kiri ketika objek yang terdeteksi berada pada bagian *frame* AF, *frame* AE dan *frame* AD yaitu sumbu *x* area 0-110 dan sumbu *y* dengan area 0-240 seperti

pada Gambar 7(c).



**Gambar 7.** Pergerakan *quadcopter* sesuai dengan posisi objek pada *grid*

*Quadcopter* akan bergeser ke kanan ketika objek yang terdeteksi berada pada bagian *frame* AF, *frame* AE dan *frame* AD yaitu sumbu *x* area 221-330 dan sumbu *y* dengan area 0-240 seperti pada Gambar 7(e).

*Quadcopter* akan *hover* atau tidak bergerak ketika belum menemukan titik tengah saat pendeteksian berlangsung dan pada saat objek belum terdeteksi secara optimal seperti yang terlihat pada Gambar 7(f).

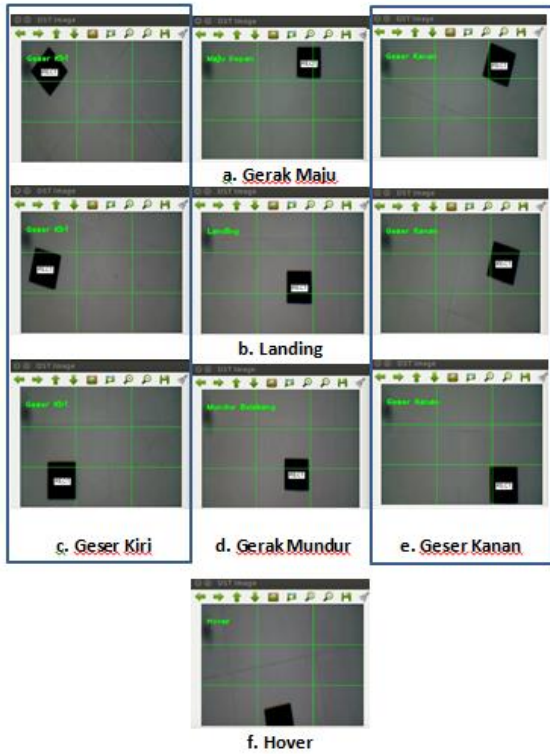
### 3. PENGUJIAN DAN HASIL

Untuk menguji performa dari sistem ini, maka akan dilakukan pengujian terhadap ketepatan pergerakan untuk mendeteksi objek dengan kecepatan 0,3 m/s dan 0,5 m/s dan pengujian ketepatan *landing* dengan ketinggian yang berbeda yaitu 125cm, 150cm, 175cm dan 200cm.

#### 3.1. Hasil Pengujian Ketepatan Pergerakan dengan kecepatan yang berbeda

Tujuan dilakukan pengujian ini untuk mengetahui apakah sistem sudah mencapai

kesesuaian dengan perancangan yang telah dibuat dan *quadcopter* dapat memberikan *output* yang tepat dalam melakukan pergerakan otomatis untuk mendekati titik tengah pada objek yang terdeteksi sampai dengan *quadcopter* dapat mendarat otomatis.



Gambar 8. Pengujian seluruh pergerakan pada *quadcopter*.

Pada Gambar 8, terlihat bahwa *quadcopter* dapat mendeteksi objek dan melakukan pergerakan otomatis sesuai dengan posisi dari tiap *grid* hingga mendarat secara otomatis tepat pada objek landasan.

Pada kecepatan 0,3 m/s, *quadcopter* memperoleh hasil ketepatan gerakan dengan persentase keberhasilan 100%. Pergerakan otomatis yang berhasil dilakukan adalah gerakan untuk setiap *grid* pada *frame* kamera bawah saat mendeteksi objek. Hasil dari persentase ketepatan pergerakan otomatis tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis ketepatan gerakan dengan kecepatan 0,3 m/s.

Objek	Gerakan	Jumlah pengujian	Jumlah gerakan benar	Persentase ketepatan
Kotak	Gerak maju	5	5	100%
	Gerak mundur	5	5	100%

	Geser kanan	5	5	100%	
	Geser Kiri	5	5	100%	
	Hover	5	5	100%	
	Landing	5	5	100%	
	Gerak maju	5	5	100%	
	Gerak mundur	5	5	100%	
Segitiga	Geser kanan	5	5	100%	
	Geser Kiri	5	5	100%	
	Hover	5	5	100%	
	Landing	5	5	100%	
	Gerak maju	5	5	100%	
	Gerak mundur	5	5	100%	
	Segilima	Geser kanan	5	5	100%
		Geser Kiri	5	5	100%
Hover		5	5	100%	
Landing		5	5	100%	
<b>RATA-RATA KETEPATAN GERAKAN</b>				<b>100%</b>	

Tabel 2. Analisis ketepatan gerakan dengan kecepatan 0,5 m/s.

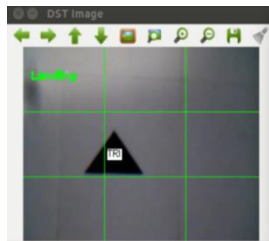
Objek	Gerakan	Jumlah pengujian	Jumlah gerakan benar	Persentase ketepatan
Kotak	Gerak maju	5	4	80%
	Gerak mundur	5	3	60%
	Geser kanan	5	4	80%
	Geser Kiri	5	4	80%
	Hover	5	4	80%
	Landing	5	4	80%
Segitiga	Gerak maju	5	4	80%
	Gerak mundur	5	3	60%
	Geser kanan	5	4	80%
	Geser Kiri	5	4	80%
	Hover	5	4	80%
	Landing	5	3	60%
Segilima	Gerak maju	5	3	60%
	Gerak mundur	5	4	80%
	Geser kanan	5	3	60%
	Geser Kiri	5	3	60%
	Hover	5	4	80%

<i>Landing</i>	5	4	80%
<b>RATA-RATA KETEPATAN GERAKAN</b>			<b>73,3%</b>

Pada kecepatan 0,5 m/s *quadcopter* memperoleh akurasi yang tidak sebesar pada kecepatan sebelumnya dengan persentase hasil ketepatan gerakan 73,33% seperti yang terlihat pada Tabel 2. Pergerakan otomatis yang berhasil dilakukan hanya sebagian pada setiap *grid* pada *frame* kamera bawah saat mendeteksi objek. Hasil persentase dari pergerakan otomatis yang dihasilkan tidak sebesar dengan kecepatan sebelumnya.

**3.2. Hasil Pengujian Ketepatan *Landing***

Tujuan dilakukannya pengujian ini adalah untuk mengetahui seberapa tepat pendaratan secara otomatis pada *quadcopter* untuk tiga jenis objek yaitu segitiga, kotak dan segilima.



**Gambar 9.** Ketepatan mendarat pada objek segitiga

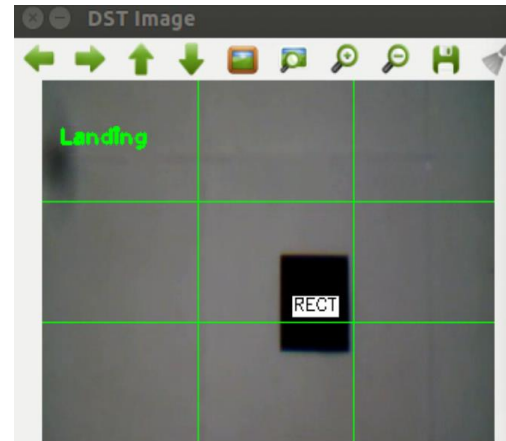
Pada Gambar 9 terlihat bahwa objek yang terdeteksi pada *frame* kamera bawah *quadcopter* berada di posisi *grid* tengah. Pada pendeteksian objek segitiga, *quadcopter* dapat melakukan pergerakan secara otomatis untuk mencari titik tengah pada objek hingga dapat mendarat secara otomatis.



**Gambar 10.** Hasil pendaratan otomatis pada objek Segitiga

Pada Gambar 10, terlihat bahwa *quadcopter* berhasil mendarat secara otomatis dengan posisi berada tepat pada tengah objek setelah mendeteksi objek bentuk segitiga pada *area grid*

tengah.



**Gambar 11.** Ketepatan mendarat pada objek Kotak.

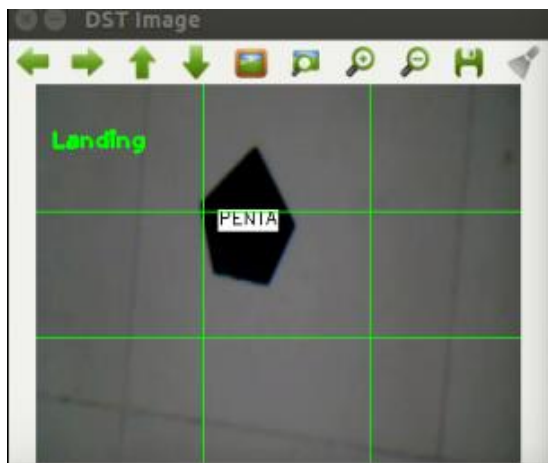
Pada Gambar 11 terlihat bahwa objek yang terdeteksi pada *frame* kamera bawah *quadcopter* berada di posisi *grid* tengah. Pada pendeteksian objek kotak, *quadcopter* dapat melakukan pergerakan secara otomatis untuk mencari titik tengah pada objek hingga dapat mendarat secara otomatis.



**Gambar 12.** Hasil pendaratan otomatis pada objek Kotak

Pada Gambar 12, terlihat bahwa *quadcopter* berhasil mendarat secara otomatis dengan posisi berada tepat pada tengah objek setelah mendeteksi objek bentuk kotak pada *area grid* tengah.

Pada Gambar 13 terlihat bahwa objek yang terdeteksi pada *frame* kamera bawah *quadcopter* berada di posisi *grid* tengah. Pada pendeteksian objek segilima, *quadcopter* dapat melakukan pergerakan secara otomatis untuk mencari titik tengah pada objek hingga dapat mendarat secara otomatis.



**Gambar 13.** Ketepatan mendarat pada objek Segilima.

Setelah objek berada pada *area grid* tengah maka *quadcopter* berhasil mendarat secara otomatis tepat pada objek segilima dan hasil dari posisi ketepatan pendaratan tersebut dapat dilihat pada Gambar 14.



**Gambar 14.** Hasil pendaratan otomatis pada objek Segilima

**Tabel 3.** Analisis hasil pengujian ketepatan pendaratan dengan ketinggian 125cm.

Objek	Pengujian ke-										Persentase Ketepatan Pendaratan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Segitiga	√	√	√	√	√	√	√	√	x	√	90%
Kotak	√	√	√	√	√	x	√	√	√	x	80%
Segilima	√	√	√	√	√	√	√	x	x	√	80%
RATA-RATA KETEPATAN PENDARATAN											83,33%

Pada pengujian ketepatan pendaratan otomatis dengan ketinggian 125 cm seperti pada Tabel 3 didapatkan hasil ketepatan pendaratan yang dapat mendarat secara tepat terhadap 3 objek dengan rata-rata persentase senilai 83,3% berdasarkan 10 kali percobaan untuk setiap objek. Persentase tingkat keberhasilan pendaratan pada objek segitiga sebesar 90% dengan keberhasilan 9 kali dapat mendarat tepat di *area* tengah objek segitiga, objek kotak

sebesar 80% dengan keberhasilan 8 kali dapat mendarat tepat di *area* tengah objek kotak dan objek segilima sebesar 80% dengan keberhasilan 8 kali dapat mendarat tepat di *area* tengah objek segilima.

**Tabel 4.** Analisis hasil pengujian ketepatan pendaratan dengan ketinggian 150cm.

Objek	Pengujian ke-										Persentase Ketepatan Pendaratan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Segitiga	√	√	√	√	√	√	x	x	√	√	80%
Kotak	√	√	√	√	x	√	√	√	√	x	80%
Segilima	√	√	√	√	√	√	x	√	x	x	70%
RATA-RATA KETEPATAN PENDARATAN											76,6%

Pada pengujian ketepatan pendaratan otomatis dengan ketinggian 150cm seperti yang terlihat pada Tabel 4 didapatkan hasil ketepatan pendaratan yang dapat mendarat secara tepat terhadap 3 objek dengan rata-rata persentase senilai 76,6% berdasarkan 10 kali percobaan untuk setiap objek.

**Tabel 5.** Analisis hasil pengujian ketepatan pendaratan dengan ketinggian 175cm.

Objek	Pengujian ke-										Persentase Ketepatan Pendaratan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Segitiga	√	√	√	x	√	x	√	√	x	√	70%
Kotak	√	√	√	√	x	√	x	√	√	√	80%
Segilima	√	√	√	√	√	x	√	√	x	x	70%
RATA-RATA KETEPATAN PENDARATAN											73,3%

Pada pengujian ketepatan pendaratan otomatis dengan ketinggian 175cm seperti yang terlihat pada Tabel 5 didapatkan hasil ketepatan pendaratan yang dapat mendarat secara tepat terhadap 3 objek dengan rata-rata persentase senilai 73,3% berdasarkan 10 kali percobaan untuk setiap objek.

Pada pengujian ketepatan pendaratan otomatis dengan ketinggian 200 cm didapatkan hasil ketepatan pendaratan yang dapat mendarat secara tepat terhadap 3 objek dengan rata-rata persentase senilai 66,7% berdasarkan 10 kali percobaan untuk setiap objek seperti yang terlihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Analisis hasil pengujian ketepatan pendaratan dengan ketinggian 200 cm.

Objek	Pengujian ke-										Persentase Ketepatan Pendaratan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Segitiga	√	√	x	√	√	x	x	√	√	x	60%
Kotak	√	√	√	√	x	√	x	x	√	√	70%
Segilima	√	√	√	√	√	√	x	√	x	x	70%
RATA-RATA KETEPATAN PENDARATAN											66,7%



#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan berbagai analisis dari hasil yang diperoleh melalui pengujian yang dilakukan pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa untuk dapat melakukan pengenalan objek menggunakan metode *douglas peucker* langkah awal yang harus dilakukan adalah mengkonversi RGB ke *grayscale* agar objek yang berwarna tidak sulit untuk terdeteksi yang dilanjutkan dengan proses menghilangkan *noise* menggunakan *blur*. Setelah itu deteksi tepian objek menggunakan *canny edge detection* yang dapat meminimalkan adanya kerancuan pada tepi objek yang akan dideteksi. Tahap akhir pada pendeteksian objek adalah pencarian nilai kontur yang sesuai pada objek yang akan dideteksi sehingga *quadcopter* bisa mengenali masing-masing bentuk objek dari tepian yang didapatkan serta dibantu dengan penghitungan sisi objek menggunakan metode *douglas peucker*.

Dalam pengujian ketepatan pergerakan otomatis pada *quadcopter* dengan kecepatan yang berbeda, didapatkan hasil akurasi deteksi objek dengan persentase 100% pada kecepatan 0,3 m/s dan persentase yang didapatkan pada kecepatan 0,5 m/s sebesar 73,3%. Sehingga kecepatan yang memiliki akurasi yang baik dalam mendeteksi objek yaitu 0,3m/s.

Agar *quadcopter* bisa mencapai titik tengah pada objek, maka pada penelitian ini membuat sebuah *grid* yang terbagi menjadi 9 pada *frame* kamera bawah. Hal ini bertujuan agar *quadcopter* dapat bergerak secara otomatis sesuai dengan posisi *grid* berdasarkan objek yang terdeteksi hingga melakukan pendaratan otomatis. Jika objek berada di 3 *grid* paling kiri maka *quadcopter* akan melakukan pergerakan geser kiri, jika objek berada di 3 *grid* paling kanan, maka *quadcopter* akan melakukan pergerakan geser kanan, jika objek berada di *grid* atas bagian tengah, maka *quadcopter* akan bergerak maju, jika objek berada di *grid* bawah bagian tengah, maka *quadcopter* akan bergerak mundur, jika objek tidak terdeteksi maka *quadcopter* akan melakukan gerakan *hover* dan jika objek berada tepat pada *grid* bagian tengah pada *frame* kamera bawah, maka *quadcopter* akan melakukan pendaratan otomatis.

Pada pengujian ketepatan pendaratan otomatis didapatkan hasil persentase terbaik dari rata-rata ketepatan pendaratan untuk 3 objek yaitu 83,3% pada ketinggian 125cm dengan melakukan 10 kali percobaan untuk setiap objek.

Masing-masing persentase tingkat keberhasilan pendaratan yang didapatkan yaitu 90% pada objek segitiga serta 80% pada objek kotak dan segilima.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aprilian, E., 2017. Pengembangan Sistem Pendaratan Otomatis Pada Pesawat Tanpa Awak. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Dang, T. C., Pham, T. H., Pham, B. T., Truong, V. N., 2013. *Vision Based Ground Object Tracking Using AR.Drone Quadrotor*. ICCAIS Main Track, pp. 146-150.
- Gadda, S. J., Patil, D. R., 2013. *Quadcopter (Uavs) For Border Security With Gui System. International Journal of Research in Engineering and Technology Volume: 02, Issue: 12, Desember 2013*.
- Gaol, L. C. A., 2017. Pendaratan Otomatis *Quadcopter* AR Drone Menggunakan Metode *Linear Quadratic Regulator* (LQR). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Volume 01, No.10, Oktober 2017 : 1028-1035*.
- Hanafi, N., Rameli, M., Ak, R. E. Pendaratan Otomatis *Quadcopter* Pada Platform Yang Bergerak Menggunakan *Neuro Fuzzy*. *JAVA Journal of Electrical and Electronics Engineering Volume 12, No.1, April 2014*.
- Hamdani, N. C., A.K., E. R., Iskandar, E., 2013. Perancangan *Autonomous Landing* pada *Quadcopter* Menggunakan *Behavior-Based Intelligent Fuzzy Control*. *JURNAL TEKNIK POMITS Volume 2, No. 2, 2013*.