

Image Processing untuk Deteksi Objek pada Daerah Bencana

Arif Ainur Rafiq^{1*} Sugeng Dwi Riyanto² Bagas Dwi Aprilas³, Rizki Priya Pratama⁴

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Cilacap

⁴Jurusan Teknik Mekatronika, Politeknik Kota Malang

*e-mail: arifainurrafiq@gmail.com

Abstrak— Pencarian korban pasca terjadinya bencana alam menjadi faktor yang sangat penting untuk dilakukan. Objek yang mayoritas diperhatikan adalah manusia. Cepat tanggapnya penanganan hal tersebut juga dipengaruhi banyak faktor, salah satunya adalah medan yang rumit dan terisolasi sehingga aksesnya terbatas sehingga banyak korban yang tidak dapat ditangani dalam waktu yang cepat. Jalur udara merupakan alternatif yang dapat dimanfaatkan, yaitu menggunakan Quadcopter yang memungkinkan untuk memantau kondisi lokasi bencana alam melalui kamera sebagai pendeteksi objek menggunakan pengolahan citra dengan kontroler Raspberry Pi 3. Kendali Ardupilot Mega 2.8 terintegrasi dengan Mission Planner sebagai Ground Control Station (GCS) melalui telemetri. Pengujian menghasilkan data image yang didapatkan dengan jarak 1-meter hingga 6-meter dari objek dengan kemampuan mengirimkan data ke GCS sejauh 45 meter.

Kata Kunci : Quadcopter, Raspberry Pi 3, Mission Planner

Abstract— The search for victims after natural disasters is a very important factor. The object majority concern is humans. The quick responsiveness of handling is influenced by many factors, which are complicated terrain, isolated areas, limited access, so that many victims cannot be dealt quickly. Air transportation is an alternative that can be utilized using a quadcopter to monitor the condition of the location of natural disasters through the camera as an object detection using image processing with Raspberry Pi 3. Arduino Mega 2.8 is used as an integrated control with Mission Planner as Ground Control Station (GCS) through telemetry. The image from the camera is obtained with a distance of 1 meter to 6 meters from the object with the ability to send data to GCS with a distance of 45 meters.

Key words: Quadcopter, Raspberry Pi 3, Mission Planner



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License

I. PENDAHULUAN

Bencana alam merupakan suatu peristiwa alam yang berdampak pada manusia dan bumi itu sendiri. Indonesia sebagai negara yang rawan terhadap bencana, jenis bencana alam yang sering terjadi di Indonesia adalah jenis bencana alam meteorologi yang berhubungan dengan iklim seperti banjir, kekeringan, dan bencana alam yang terjadi pada permukaan bumi (geologi) seperti gempa bumi, gunung meletus, dan tanah longsor. Dampak yang ditimbulkan oleh bencana tersebut sangat merugikan bagi masyarakat sekitarnya. Selain kerugian materi, seringkali proses evakuasi atau pencarian korban juga memerlukan waktu yang lama karena keadaan lokasi bencana yang susah diakses [1]. Untuk mencegah terjadinya

kerugian maka diperlukan upaya seperti pencegahan, mitigasi, kesiapan dan peringatan dini. Namun saat bencana sudah terjadi, penanggulangan bencana tanggap darurat seperti evakuasi korban harus segera dilaksanakan.

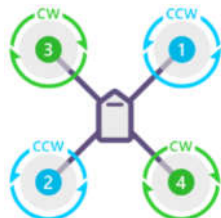
Dalam prosesnya, evakuasi dan pemantauan lokasi bencana dapat dilakukan melalui jalur darat dan udara. Melalui jalur darat, biasanya menggunakan alat berat serta bantuan dari sukarelawan. Namun resiko yang dihadapi cukup banyak seperti jalur yang susah diakses, dan kemungkinan bertambahnya korban dari tim evakuasi. Sedangkan melalui jalur udara, biasanya menggunakan bantuan helikopter untuk menyisir lokasi bencana. Namun helikopter membutuhkan landasan khusus sebagai tempat mendarat, dan

tidak bisa melakukan penyisiran secara maksimal karena ukurannya yang relatif besar dan rentan terhadap benturan. Sehingga diperlukan suatu alat pemantau yang memiliki kemampuan seperti helikopter, namun bahkan mampu terbang lebih rendah sehingga evakuasi dapat dilakukan dengan lebih efisien. Salah satu alat pemantau yang bisa digunakan adalah *quadcopter*.

Nilai yang dikedepankan dalam artikel ini ialah tepat gunanya pemanfaatan kecanggihan teknologi robot dalam membantu manusia di kondisi-kondisi medan yang sulit dan berbahaya. Efektivitas dalam kegiatan penyelamatan nyawa manusia, dimana korban bencana alam diharapkan dapat lebih cepat ditemukan serta mengurangi resiko bagi tim SAR sendiri serta efisiensi biaya dalam kegiatan pencarian korban, dimana kondisi yang membutuhkan operasional helikopter untuk melakukan *scanning* dari udara dapat digantikan dengan operasionalisasi robot terbang berkamera yang jauh lebih murah biaya operasionalnya.

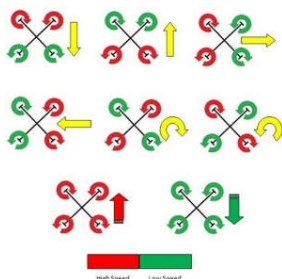
A. *Quadcopter*

Merupakan salah satu jenis dari *Vertical Take-off Landing (VTOL) Aircraft*, sehingga memungkinkan pesawat dapat melakukan take off dan landing secara tegak lurus terhadap posisi bumi. *Quadcopter* memiliki empat motor yang dilengkapi dengan empat *propeller* [2].



Gambar 1. Arah Putaran Baling-baling Pada *Quadcopter*

Berikut adalah konfigurasi Gerakan dasar pada *quadcopter* secara umum



Gambar 2. Gerakan Dasar *Quadcopter* Berdasarkan Kecepatan Motor

B. *Frame*

Pada artikel ini menggunakan kerangka tipe DJI F450[3].



Gambar 3. *Frame* Tipe DJI F450 *Quadcopter*

C. *Flight Controller*

Merupakan komponen kontroler utama pada *quadcopter* [3]. Digunakan Arduino dengan tipe Ardupilot Mega [4][5].



Gambar 4. *Ardupilot Mega 2.8*

D. *Motor Brushless*

Merupakan motor yang digunakan sebagai penggerak untuk *quadcopter* [6]. Pada artikel ini digunakan motor *brushless* 2212-920kV.



Gambar 5. *Motor Brushless* CW dan CCW 2212-920kV

E. *Electronic Speed Controller (ESC)*

Merupakan device pada *quadcopter* yang memiliki fungsi sebagai *driver motor brushless*. Pada umumnya, satu unit ESC digunakan untuk men-*drive* satu unit aktuator (dalam hal ini adalah *motor brushless*). Pada penelitian ini menggunakan ESC Simonk 30A seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. *ESC Simonk 30A*

F. *Telemetry*

Telemetri merupakan teknologi untuk melakukan pengukuran dari jarak jauh dan memberikan informasi kepada usernya [7]. Dalam hal ini ada penyampaian informasi dari *quadcopter* kepada pengguna informasi tersebut [8].



Gambar 7. Telemetri 433 MHz

G. Mission Planner

Merupakan perangkat lunak pendukung untuk *ArduPilot Mega* (Gambar 4) [9]. Software ini berfungsi untuk merencanakan misi yang akan dilakukan dan untuk upload firmware terbaru. Pada implementasi ini digunakan untuk melihat status dari aktivitas Gerakan quadcopter yaitu ketinggian terbang, jalur terbang yang sudah ditentukan, kondisi dan parameter lainnya secara *real time* [10].

H. GPS Module

Merupakan suatu modul yang berfungsi untuk mendeteksi lokasi dari quadcopter dan memproses sinyal dari satelit navigasi yang ada. Pada artikel ini pemanfaatan modul GPS digunakan untuk membuat sistem navigasi dan untuk tracking lokasi bencana yang terjadi [11].



Gambar 8. GPS Module Ublox-Neo M8N

I. Raspberry Pi 3 Model B

Suatu perangkat berbentuk computer mini yang digunakan sebagai kontroler [12]. Memiliki RAM 1GB, CPU A 1.2GHz 64-bit *quad-core* ARMv8, *Wireless LAN*, *Bluetooth 4.1* yang memiliki kemampuan *Low Energy (BLE)* [13].



Gambar 9. Raspberry Pi 3 Model B

J. Webcam

Merupakan perangkat multimedia yang terdiri dari kamera untuk mengabadikan citra/gambar dan

memiliki kemampuan sebagai perekam suara. Sehingga *webcam* dapat melakukan *video view*, *video capture*, dan *video save* [14]. Pada pendeteksi objek di-*capture webcam Logitech C310* (Gambar 14) dengan resolusi layar 1280 x 720 piksel, *autofocus* dan dapat mengambil gambar hingga lima megapiksel [15].

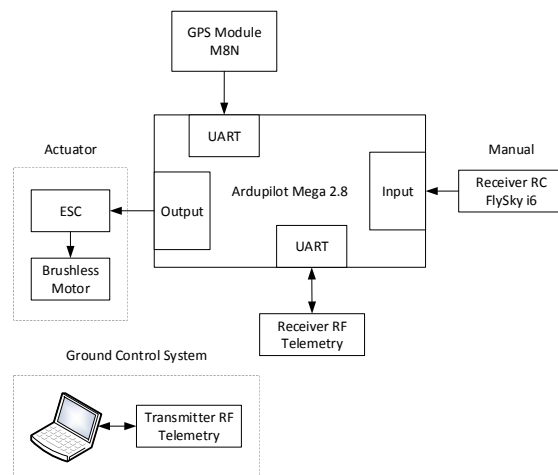


Gambar 10. Webcam Logitech C310

II. METODE

A. Perancangan Sistem

Dalam artikel ini, keseluruhan sistem dideskripsikan dalam bentuk diagram blok. Hal ini untuk memberikan gambaran terhadap pola kerja atau algoritma dari sistem secara keseluruhan.

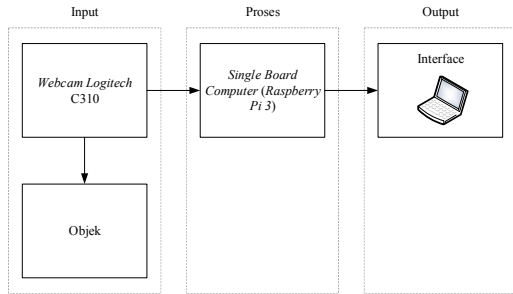


Gambar 11. Diagram Blok Quadcopter

Gambar 11 merupakan blok diagram sistem dari *quadcopter*, komponen yang terdapat di dalamnya adalah pengendali *remote control*, *Flight Controller*, *ESC*, *Brushless Motor*, *Propeller*, *Telemetry*, dan *GPS Module*. Data yang akan diterima oleh *receiver* diubah menjadi sinyal 4 *channel* dan *ArduPilot Mega 2.8* melalui pin 1 sampai pin 4 sebagai *input*. *GPS Module M8N* dan *telemetry* dihubungkan *ArduPilot Mega 2.8* ke masing-masing *port* yang tersedia. Pada *output* *ArduPilot Mega 2.8* untuk *ESC* menggunakan *output* pin 1 sampai pin 4 [16].

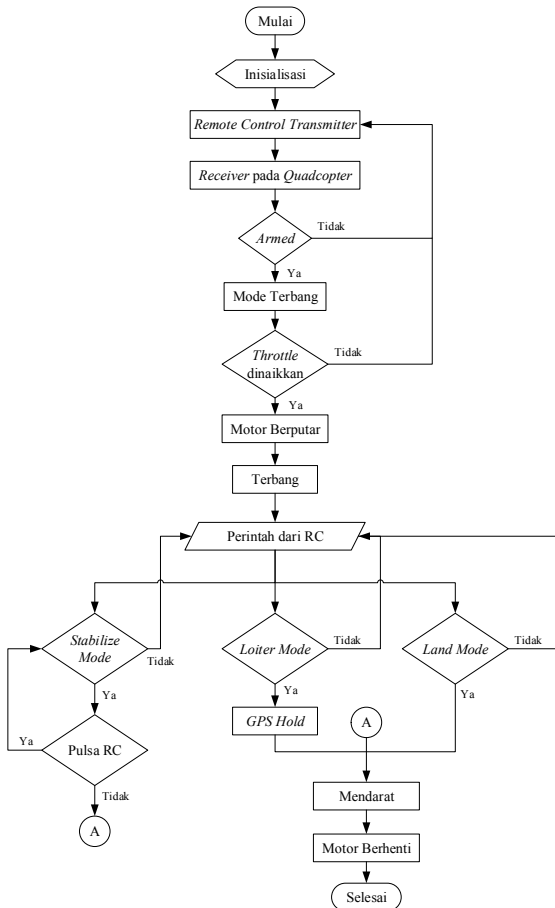
Gambar 12 merupakan blok diagram sistem dari *image processing*, yang terdiri dari *Webcam* dan *Raspberry Pi 3 model B*. Objek akan dideteksi oleh *Webcam* yang dihubungkan *Raspberry Pi 3* melalui

USB connection. Pada output akan diketahui melalui interface software yang digunakan.



Gambar 12. Diagram Blok Image Processing

Gambar 13 merupakan flowchart dari Gerakan quadcopter. Dimulai dengan proses inialisasi dan deklarasi terhadap sensor gyro, pengaturan pada receiver, level baterai hingga kalibrasi komponen ECS.



Gambar 13. Flowchart Quadcopter

Kemudian beberapa pengaturan saat pengambilan keputusan, receiver akan memberikan data sebagai berikut:

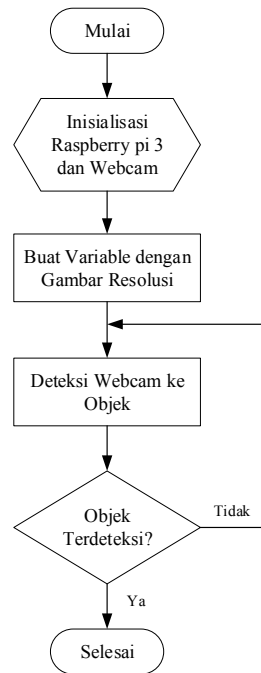
- Flight controller siap untuk terbang jika nilai throttle = 0 PWM, yaw=0 PWM

- Program akan mengulang hingga throttle = 0 jika nilai throttle ≠ 0 PWM
- Nilai PWM dan yaw = 0 PWM

Mode terbang quadcopter sesuai perintah dari RC akan terus dibaca, instruksi tersebut akan terus dijalankan hingga berubah pada mode Stabilize, yaitu quadcopter bergerak naik dan turun, manuver maju dan mundur, manuver kanan dan kiri, hingga gerakan berputar kanan dan kiri.

Pada mode Loiter, quadcopter mengunci lokasi dengan nilai minimum satelit GPS yaitu 3. Setelah melakukan mode ini, quadcopter tidak dapat digerakan kanan-kiri dan maju-mundur. Pada mode Land, quadcopter secara otomatis mengurangi kecepatan putaran motor1, motor2, motor3, dan motor4 secara merata sampai bagian fisik terbawah quadcopter menyentuh tanah kemudian motor akan berhenti.

Jika nilai throttle = 0 pada mode Stabilize dan Loiter maka quadcopter secara manual akan turun ke bawah dan motor berhenti.



Gambar 14. Flowchart Image Processing

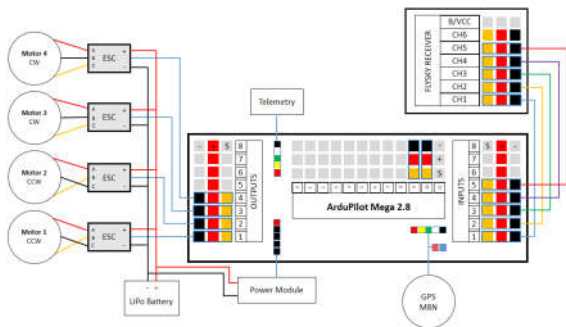
Pada Gambar 14, sistem on kemudian melakukan inialisasi webcam yang dikoneksikan dengan raspberry pi 3 untuk mendeteksi objek. Foto pada setiap objek dapat dilihat perbedaan sesuai variabel yang ditentukan. Jika objek terdeteksi maka sistem akan selesai, sedangkan jika tidak maka proses deteksi akan terlanjut. Pengaturan resolusi gambar dan faktor pencahayaan akan memberikan kualitas terhadap image yang diambil oleh kamera.

B. Perancangan Perangkat Keras

Pada tahap ini terdapat beberapa langkah yang dikerjakan yaitu: mekanisme gerakan quadcopter, desain rangkaian (*schematic*) dan mekanik yang digunakan.

1) Perancangan Rangkaian

Perancangan rangkaian dilakukan untuk memastikan bahwa semua komponen yang dibutuhkan dapat tersusun dan terangkai seluruhnya, sesuai dengan fungsinya.

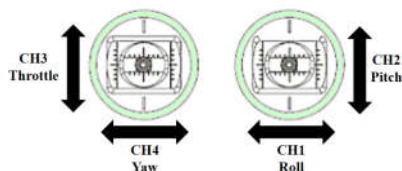


Gambar 15. Rangkaian Quadcopter

2) Perancangan Gerak Quadcopter

Setiap *channel* mempunyai fungsi sebagai penggerak *quadcopter* pada saat terbang di udara, sebagai berikut:

- a) *Gerak Pitch*
Untuk melakukan gerak maju dan gerak mundur dengan kendali RC pada *channel* 2.
- b) *Gerak Roll*
Untuk melakukan maneuver ke arah kanan dan arah kiri. Digunakan *channel* 1 pada RC.
- c) *Gerak Yaw*
Gerakan *quadcopter* untuk bergerak putar. Pada RC digunakan *channel* 4 untuk mengendalikannya.



Gambar 16. Channel Gerak Robot

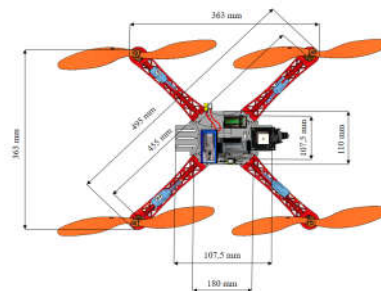
3) Perancangan Desain Mekanik

Gambar desain mekanik *quadcopter* dirancang menggunakan *software sketch up*, seperti berikut:



Gambar 17. Quadcopter Tampak Depan

Quadcopter memiliki spesifikasi yaitu berbentuk 4 lengan simetris masing-masing memiliki motor dan *propeller*. Berat keseluruhan kurang dari 3500 gram. Ketinggian terbang mencapai 9-meter dari permukaan tanah. Durasi sekali mengudara tergantung kapasitas sumber tenaga yang dipakai sekitar 5 menit



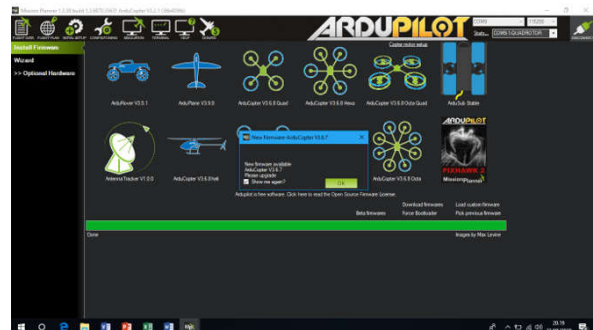
Gambar 18. Quadcopter Tampak Atas

Sumber tenaga menggunakan baterai litium dengan kapasitas 2200 mAh. Dapat mengirimkan hasil tangkapan kamera dan telemetri realtime melalui *Ground Control Station* (GCS).

C. Perancangan Perangkat Lunak

1) Mission Planner

Berikut adalah tampilan dari perangkat lunak mission planner yang telah diatur dengan beberapa pengaturan. Baudrate di angka 115200. Di sudut kanan tampilan terdapat tombol *port COM drop-down*, kemudian dipilih AUTO atau *port* sesuai dengan *board* (APM 2.8) yang digunakan.



Gambar 19. Tampilan Mission Planner

2) Remote Raspberry Pi 3

Langkah-langkah *remote raspberry pi 3 client-server* sebagai berikut:

- Buka aplikasi *Putty* dan masukkan IP Address.
- Ketik “pi”, password “raspberry” kemudian ketik “vncserver :2” pada terminal *raspberry*.
- Buka aplikasi *VNC Viewer* kemudian lakukan konfigurasi seperti pada Gambar 24.



Gambar 20. Konfigurasi VNC Viewer

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

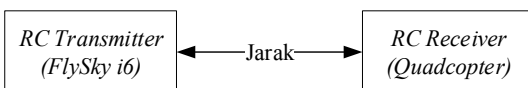
Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui fungsi setiap bagian sistem, sehingga layak diterapkan dalam sistem. Pengujian keseluruhan dimaksudkan untuk menguji kehandalan sistem terhadap kesalahan. Pembahasan setiap pengujian dibahas pada penjelasan berikut ini.

A. Pengujian Perangkat Keras

Berikut merupakan hasil dari pengujian perangkat keras dan mekanik *quadcopter*.

1) Pengujian Remote Control

Kemampuan RC dalam mengendalikan *quadcopter* dicoba menggunakan mekanisme pada blok diagram di bawah ini.



Gambar 21. Blok Diagram Pengujian Jarak Jangkauan RC

Dari hasil pengujian didapatkan hasil bahwa RC maksimal dapat mengendalikan sejauh 200 meter. Peningkatan kemampuan RC dapat dilakukan dengan menggunakan baterai yang memiliki daya besar, karena akan mempengaruhi daya jangkau dari RC.

2) Pengujian Motor

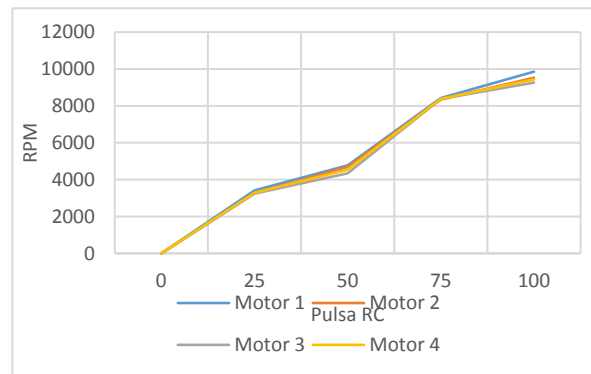
Pengaturan RPM pada gerak *quadcopter* dilakukan untuk mengetahui putaran dari motor, percobaan menggunakan tachometer. Cepat atau lambatnya pergerakan *quadcopter* dipengaruhi oleh pengaturan PWMnya. Cara yang dilakukan adalah membandingkan pemberian pulsa pada RC dengan kecepatan putaran motor.

Hasil pengukuran sesuai dengan table 1 didapatkan hubungan antara pulsa RC dengan kecepatan putaran motor bersifat linier. Jika pulsa RC dinaikkan, maka putaran motor juga akan meningkat.

Tabel 1 Pengukuran Pulsa RC dengan RPM Motor Brushless

Percobaan	Pulsa RC (%)	Putaran Motor (RPM)			
		M 1	M 2	M 3	M 4
1	0	0	0	0	0
	25	3234,0	3202,0	3042,0	3151,8
	50	4629,2	4874,8	4556,6	4962,0
	75	8670,0	8758,2	8736,0	8820,0
	100	9427,8	9366,0	9180,0	9230,4
2	0	0	0	0	0
	25	3778,0	3362,7	3414,8	3106,8
	50	4774,6	4745,8	4136,4	4180,2
	75	8688,0	8998,2	8880,6	8849,4
	100	9946,8	9558,0	9480,0	9386,4

Saat pulsa pada RC dinaikkan sebesar 25% maka rata-rata kecepatan putaran motor bernilai 3414,8 RPM untuk motor1, 3268,7 RPM untuk motor2, 3242,3 RPM untuk motor3 dan 3283,8 RPM untuk motor4. Ketika pulsa pada RC dinaikkan sebesar 50% maka rata-rata kecepatan putaran motor semakin meningkat dari sebelumnya, hasil dari pengukuran motor1 bernilai 4772,9 RPM, motor2 bernilai 4686,9 RPM, motor3 bernilai 4345,8 RPM dan motor4 bernilai 4545,3 RPM.



Gambar 22. Grafik Perbandingan Putaran Motor

Dari grafik di atas dapat disimpulkan bahwa rata-rata kecepatan putaran antara motor1, motor2, motor3, dan motor4 tidak terjadi selisih yang terlalu tinggi sehingga hal ini sangat baik untuk keseimbangan *quadcopter* saat terbang.

3) Pengujian Gerak Quadcopter

Terdapat beberapa Gerakan yang mungkin dilakukan oleh *quadcopter*, yaitu gerak naik dan turun, belok kanan dan kiri, memutar arah kanan dan kiri. Dengan pengujian gerak ini akan diketahui respon motor terhadap perintah yang diberikan.

Dari Tabel 2 diperoleh data respon motor terhadap kondisi *quadcopter* sesuai seperti pada Gambar 2. Hal ini ditunjukkan pada saat kondisi *quadcopter* mulai naik, motor akan memberikan respon yang sama

Tabel 2 Pengukuran Respon Motor Terhadap Kondisi Quadcopter

Pengujian	Kondisi Quadcopter	Respon Motor			
		M 1	M 2	M 3	M 4
1	Naik	Cepat	Cepat	Cepat	Cepat
	Maju	Pelan	Cepat	Pelan	Cepat
	Mundur	Cepat	Pelan	Cepat	Pelan
	Kanan	Pelan	Cepat	Cepat	Pelan
	Kiri	Cepat	Pelan	Pelan	Cepat
	Memutar kanan	Cepat	Cepat	Pelan	Pelan
	Memutar kiri	Pelan	Pelan	Cepat	Cepat
2	Naik	Cepat	Cepat	Cepat	Cepat
	Maju	Pelan	Cepat	Pelan	Cepat
	Mundur	Cepat	Pelan	Cepat	Pelan
	Kanan	Pelan	Cepat	Cepat	Pelan
	Kiri	Cepat	Pelan	Pelan	Cepat
	Memutar kanan	Cepat	Cepat	Pelan	Pelan
	Memutar kiri	Pelan	Pelan	Cepat	Cepat

. Hasil ini menunjukkan kecepatan motor dapat dikendalikan dengan menggunakan stik RC yang digeser. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa quadcopter dapat dikendalikan dengan baik menggunakan RC sesuai dengan posisi yang diinginkan.



Gambar 23. Pengujian Gerak Quadcopter

4) Pengujian Webcam

Pengujian webcam terhadap foto manusia untuk mendeteksi objek didapatkan beberapa data. Manusia sebagai objek citra berdiri didepan webcam dengan jarak yang ditentukan. Webcam dihubungkan dengan Raspberry Pi 3. Webcam akan merekam foto yang kemudian akan diolah citranya oleh Raspberry Pi 3 untuk menganalisa objek tersebut.

Dari hasil pengujian diperoleh data pendeteksian objek dengan jarak 1 hingga 10 meter. Persentase rata-rata keberhasilan pada rentang jarak 1 hingga 6-meter yaitu 100%, pada jarak 7 hingga 8-meter yaitu 80%, pada jarak 9 hingga 10-meter yaitu 60%.

Tabel 3 Deteksi Objek Menggunakan webcam

Jarak (m)	Pengujian ke-				
	1	2	3	4	5
1	√	√	√	√	√
2	√	√	√	√	√
3	√	√	√	√	√
4	√	√	√	√	√
5	√	√	√	√	√

Pengujian pendeteksian objek menggunakan webcam Logitech 310 sangat terpengaruh oleh jarak, intensitas cahaya dan *frame per second* (FPS).

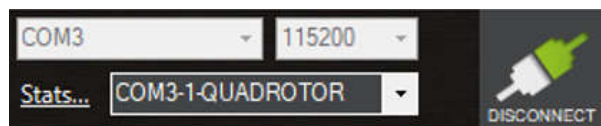


Gambar 24. Deteksi Objek

B. Pengujian Perangkat Lunak

1) Pengujian Firmware ArduPilot Mega (APM)

Pengujian firmware pada APM bertujuan untuk memastikan bahwa firmware untuk quadcopter telah berhasil di-upload pada board. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan APM ke GCS/laptop yang menampilkan software mission planner menggunakan kabel USB ataupun dengan telemetry. Pada pengujian ini menggunakan kabel USB sebagai koneksi dan pada laptop terbaca pada COM3 dengan baudrate 115200, sedangkan pengujian menggunakan telemetry sebagai koneksi dan pada laptop terbaca COM4 dengan baudrate 57600.

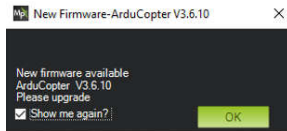


Gambar 25. Koneksi APM Menggunakan Kabel USB

Dari hasil pengujian firmware pada APM dapat disimpulkan bahwa firmware telah berhasil di-upload ke board. Hal ini diketahui melalui status yang muncul setelah APM dihubungkan dengan software mission planner. Jika sistem operasi yang ter-install pada laptop merupakan windows 10

maka *baudrate* akan otomatis menyesuaikan koneksi menggunakan kabel USB atau telemetry.

Saat ini *firmware* yang terdapat pada APM adalah *ArduCopter* versi 3.6.10 yang dapat dilihat pada Gambar 26.



Gambar 26. *Firmware* APM

2) *Pengujian GPS Module*

Pengujian bertujuan untuk mengetahui kemampuan *GPS module* dalam menangkap sinyal satelit dan melakukan penguncian lokasi. *Pengujian* dilakukan di dalam ruangan dan di luar ruangan.

Tabel 4. *Pengujian GPS Modul*

No	Lokasi	Jumlah Satelit	Status
1	Dalam ruangan	1	No Fix
2	Dalam ruangan	1	No Fix
3	Luar ruangan	3	3D Fix
4	Luar ruangan	3	3D Fix
5	Luar ruangan	3	3D Fix

Dari hasil *pengujian GPS module* dapat disimpulkan bahwa ketika melakukan *pengujian* di dalam ruangan *GPS* hanya dapat menangkap satelit senilai 1, sedangkan ketika melakukan *pengujian* di luar ruangan *GPS* dapat menangkap satelit lebih baik yaitu mencapai nilai 3. Nilai *GPS* harus mencapai 3 satelit sebagai syarat minimum agar *GPS* dapat terkunci. Untuk mengetahui status *GPS* dapat dilihat pada tampilan HUD pada aplikasi *mission planner* dengan penjelasan sebagai berikut:

- *Gpsstatus*, menunjukkan nilai satelit yang ditangkap oleh *GPS module*.
- *GPS: (keterangan)*, menunjukkan status *GPS* yakni “3D Fix” mengindikasikan bahwa *GPS* sudah terkunci, dan “Not Fix” menunjukkan bahwa *GPS* belum terkunci.



Gambar 27. Status *Pengujian Modul GPS*

3) *Pengujian Telemetry*

Telemetry digunakan *quadcopter* untuk memberikan informasi ke *user*. *Pengujian* dilakukan dengan cara menghubungkan antara *telemetry* yang berada pada *quadcopter* dengan *telemetry* yang berada di laptop (*user*).

Tabel 5 *Pengujian Kekuatan Sinyal Telemetri*

No	Jarak Antar Telemetry (m)	Kekuatan Sinyal Telemetry (%)
1	0	100
2	5	100
3	15	97
4	25	83
5	45	37

Dari hasil *pengujian telemetry* dapat disimpulkan bahwa *telemetry* dapat terhubung dengan baik antara *telemetry* pada *quadcopter* dengan *telemetry* pada laptop sebagai GCS dengan jarak maksimum 37 meter, jika lebih dari itu maka koneksi akan hilang. Jarak antar *telemetry* sangat mempengaruhi kekuatan sinyal.

C. *Pengujian Deteksi Objek*

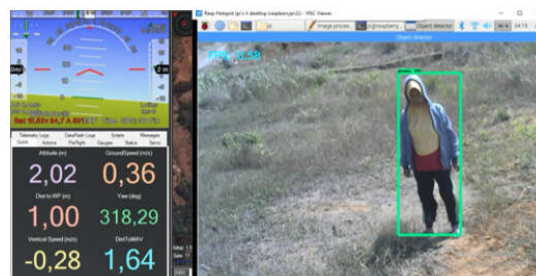
Seluruh sistem berjalan dengan baik sesuai dengan apa yang sudah dirancang dan direncanakan. *Pengujian* keseluruhan juga dapat digunakan untuk mengetahui kendala pada *quadcopter*.

Tabel 6. *Pengujian Quadcopter Deteksi Objek*

<i>Pengujian ke-</i>	Satelit GPS	Sinyal Telemetry	Ketinggian (m)	Deteksi Objek
1	3	99 %	2	Terdeteksi
2	3	98 %	3	Terdeteksi
3	3	99 %	2	Terdeteksi

Dari hasil *pengujian quadcopter* deteksi objek pada Tabel 6 diperoleh analisa sebagai berikut:

- Respon pergerakan *quadcopter* terhadap perintah dari *remote control* dapat bekerja dengan baik yaitu *pitch*, *roll*, dan *yaw*.
- Kecepatan putaran motor berfungsi sesuai perintah *throttle* dari *remote control*.
- Quadcopter* dapat mendeteksi objek dengan rata-rata ketinggian 2 meter.



Gambar 28. *Quadcopter Deteksi Objek*

IV. KESIMPULAN

Paper ini memiliki *output* untuk memberikan perspektif yang berbeda dalam pendeteksian objek pada daerah menggunakan metode *image processing*. Dari hasil pengujian, integrasi seluruh komponen memberikan data bahwa jarak maksimal pengiriman data ke *ground control station* 45-meter dan kamera dapat mendeteksi objek dengan jarak 1 sampai 6 meter. Dengan hasil ini diharapkan bisa memberikan kontribusi terhadap metode penanganan bencana dengan mapping daerah bencananya. Pada penelitian selanjutnya, penggunaan motor dan pengendali yang lebih baik dapat memberikan hasil yang lebih optimal. Selain itu, system komunikasi dengan satelit juga ditingkatkan interkoneksinya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Indra Krista, Elang Derdian M, ST, MT, Dr. Dedy Suryadi, ST, MT. "Rancang Bangun Robot Terbang Model Tricopter Menggunakan STM32F". Fakultas Teknik. Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- [2] Disha Amruthal Gandhi, Munmun Ghosal (2018). Novel Low-Cost Quadcopter for Surveillance Application. International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA). 412-414.
- [3] Ardian Firsta Harista, Satyo Nuryadi. 2018. "Sistem Navigasi Quadcopter dan Pemantauan Udara". Jurnal Tekno Sains Seri Teknik Elektro. Vol.1, No.1.
- [4] Mitsuru Enomoto, Yoshio Yamamoto. 2015. Modelling, simulation and navigation experiments of Unmanned Aerial Vehicle. IEEE International conference on Mechatronics and Automation (ICMA).
- [5] Risha Anugerah Nenu Lema. 2016. "Flight Controller pada Sistem Quadcopter Menggunakan Sensor IMU (Inertial Measurement Unit) Berbasis Mikrokontroler ATmega 2560". Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta
- [6] Chang-Chi Lee, Gwo-Jen Chiou, Jeng-Yue Chen, Yao-Chun Tung, Fuh-Shyang Juang. 2017. Implementation of a novel brushless DC motor controller. 12th Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA). 1641-1645.
- [7] Hardy Samuel Saroinsong, Vecky C. Poekoel, Pinrolinvic D.K Manembu. 2018. "Rancang Bangun Wahana Pesawat Tanpa Awak (Fixed Wing) Berbasis Ardupilot". Jurnal Teknik Elektro dan Komputer. Vol.7, No.1.
- [8] Ilya. S. Shipunov, Konstantin S. Voevodskiy, Yuri F. Katorin, Yuri A. Gatchin. 2019. Trusted Transport Telemetry by Using Distributed Databases. IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering. 344-347.
- [9] Tan Viet Anh Truong, Gautier Hattenberger, Catherine R. Nadaud. 2013. The cooperation between UAV Using a Mission Planner. IEEE Conference Paper.
- [10] Thiago Rodrigo F.C, Iury V. de Bessa, Lucas C. Cordeiro. 2017. Planning and Evaluation of UAV Mission Planner for Intralogistics Problems. Brazilian Symposium on Computing System Engineering.
- [11] U Bharavi, Rao M. Suresh. 2017. Design and Development of GSM and GPS tracking module. 2nd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information and Communication Technology. 283-288.
- [12] Daniel Ng C. L, Suhaila Isaak, Yusmeera Yusuf. 2019. Machine Vision based smart parking system using IoT. Jurnal Telekomika Vol 17(4). 2098-2106.
- [13] Rony Baskoro Lukito, Cahya Lukito. 2019. Development of IoT at Hydroponic Syatem Using Raspberry Pi. Jurnal Telekomika Vol 17(2). 897-906.
- [14] Dwi Sudarno Putra, Donny Fernandez, Wagino. 2018. Optimization of Digital Image Processing Method to Improve Smoke Opacity Meter Accuracy. International Journal on Informatics Visualization. Vol 2(2). 88-91.
- [15] Devita Nitiamijaya. 2017. "Aplikasi Webcam Sebagai Pengidentifikasi dan Pengolah Citra Warna Foto dengan Program Python". Teknik Elektro. Politeknik Negeri Jakarta. Jakarta.
- [16] Rizky Dwi Novyantika. 2018. "Deteksi Tanda Nomor Kendaraan Bermotor pada Media *Streaming* dengan Algoritma *Convolutional Neural Network* Menggunakan *TensorFlow*". Fakultas

Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Biodata Penulis

Arif Ainur Rafiq, Staf pengajar di Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Cilacap. Menyelesaikan Sarjana di Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta tahun 2005. Program Magister dari Universitas Indonesia dan Universite de Bretagne Occidentale, Brest Prancis melalui Program Double Degree Indonesia Perancis, selesai tahun 2011. Bidang riset yang ditekuni adalah instrumentasi, sensor transduser, devais elektronika, IoT dan *embedded system*.

Sugeng Dwi Riyanto, Staf pengajar di Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Cilacap.

Menyelesaikan Sarjana dari Universitas Negeri Malang tahun 2006. Program Magister dari Institut Teknologi 10 November Surabaya tahun 2012. Bidang risetnya adalah elektronika.

Bagas Dwi Aprilas, programmer bidang elektronika dan pemerhati quadcopter.

Rizki Priya Pratama, Staf Pengajar di Program Studi Teknik Mekatronika, Politeknik Kota Malang. Sarjana Teknik Elektro, Universitas Brawijaya Malang. Program Magister dari Universitas Indonesia dan Universite Anger, Perancis melalui Program Double Degree Indonesia Perancis, selesai tahun 2011. Bidang riset yaitu *programming* dan *embedded system*.