

PERANCANGAN QUADCOPTER UNTUK DETEKSI WARNA MENGUNAKAN IMAGE PROCESSING

Hikmarika, H¹, Irmawan¹, Gustini², A. Morgana¹ dan R.D. Kurniawan¹

¹ Teknik Elektro, Universitas Sriwijaya, Palembang

² Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya, Palembang

e-mail: irmawan@unsri.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan teknologi robot saat ini sudah semakin pesat. Banyak usaha telah dilakukan oleh peneliti teknologi salah satunya teknologi robot terbang. Unnamed Aerial Vehicle (UAV) tipe multicopter saat ini mampu mendarat secara autonomous gerak bebas atau manual dengan acuan koordinat GPS dalam pencarian objek. Maka dalam penelitian ini penulis meneliti UAV yaitu quadcopter agar dapat mencari objek dan mendarat secara autonomous dengan terbang berdasarkan waypoint yang telah diatur sebelum lepas landas. Quadcopter akan mencari objek dengan bentuk lingkaran merah menggunakan pengolahan citra digital memanfaatkan pustaka OpenCV, pengolahan gambar dilakukan pada Odroid. Setelah mendeteksi objek maka odroid akan mengirim perintah kepada Pixhawk sebagai kontroler quadcopter sehingga quadcopter berada diatas objek. Komunikasi antara Pixhawk dan Odroid melalui USB to Serial Interface menggunakan protocol MAVlink. Setelah berada diatas objek, quadcopter akan melakukan mode land untuk mendarat secara otomatis. Quadcopter tidak mencari objek secara bebas tetapi memiliki titik koordinat (waypoint) untuk jalur lintasan yang akan dilalui agar tidak melakukan pencarian ke area yang sama lebih dari sekali. Walaupun tidak menemukan objek Quadcopter akan tetap landing secara otomatis di waypoint..

Kata Kunci: GPS, Odroid, Pixhawk, quadcopter, UAV

ABSTRACT

The development of robot technology is now increasing rapidly. Many attempts have been made by technology researchers one of them flying robot technology. Unnamed Aerial Vehicle (UAV) multicopter types are now able to land autonomously free or manual motion with GPS coordinate reference in object search. So in this study the authors examine the UAV is a quadcopter in order to find objects and landed autonomously by flying based on waypoints that have been set before takeoff. Quadcopter will search for objects with a red circle shape using digital image processing using OpenCV library, image processing done on Odroid. After detecting the object then the odroid will send the command to Pixhawk as quadcopter controller so that the quadcopter is above the object. Communication between Pixhawk and Odroid via USB to Serial Interface using MAVlink protocol. Once above the object, the quadcopter will land mode to land automatically. Quadcopter does not search objects freely but has a waypoint for the track path to be traversed so as not to search the same area more than once. Although it does not find the Quadcopter object will remain landing automatically in waypoint.

Keywords: GPS, Odroid, Pixhawk, quadcopter, UAV

1 PENDAHULUAN

Perkembangan dan penggunaan teknologi robot pada kehidupan manusia sudah semakin pesat. Salah satunya teknologi pesawat tanpa awak (UAV). UAV dapat dikendalikan dari jarak jauh dengan harapan dapat membantu kehidupan manusia. Salah satu yang sedang dikembangkan dalam teknologi UAV yaitu kendali Autonomous UAV pada multicopter. Multicopter merupakan UAV yang dapat takeoff dan landing secara vertikal yang dapat dimanfaatkan jika tidak adanya landasan pacu untuk terbang dan mendarat seperti fixwing yang lepas landas dan mendarat membutuhkan landasan

pacu karena terbang secara horizontal. Penelitian UAV multirotor telah banyak dilakukan dengan berbagai macam tema dan tujuan. Quadcopter kini dikembangkan dengan memanfaatkan adanya pengolahan citra. Perancangan quadcopter untuk deteksi warna menggunakan image processing. Salah satunya UAV adalah quadcopter. Quadcopter adalah multirotor dengan empat motor sebagai pendorongnya. Kemampuan pun terus dikembangkan pada quadcopter. Tiap motor mempengaruhi pergerakan pada quadcopter. Kemampuan quadcopter untuk deteksi warna telah dikembangkan. Kemampuan ini mengacu pada sistem pengolahan

gambar yang diolah dengan menggunakan library OpenCV Bahasa C dan dimasukkan kedalam odroid dengan komunikasi usb serial dan dapat menghidupkan sistem motor pada quadcopter. Dari perancangan yang dibuat, UAV berjenis quadcopter dengan empat lengan, empat motor dan empat propeller.

Quadcopter dapat juga disebut sebuah quadrotor helicopter atau quadrotor, adalah helicopter dengan multirotor yang menggunakan empat motor untuk daya mengangkat dan mendorong. Quadcopter disamakan sebagai pesawat rotor (rotorcraft), sebagai kebalikan dari fixed wing aircraft karena Quadcopter menggunakan daya dorong dari rotor yaitu berorientasi terbang secara vertikal. Quadcopter menggunakan 2 pasang motor dan propeller clockwise (CW) serta 2 pasang motor dan propeller Counter clockwise (CCW) yang sama persis. Quadcopter mencapai kontrol terbang seimbang dengan menggunakan variasi kecepatan rotor masing – masing. Dengan mengganti dari kecepatan masing-masing rotor itu memungkinkan untuk menghasilkan sebuah dorongan serta mencari pusat dorong baik secara lateral (sumbu Y), longitudinal (sumbu X) dan Vertikal untuk membuat kekuatan berputar. Quadcopter tidak sama dengan helicopter konvensional karena variasi pitch (lateral) bergerak menggunakan rotor secara dinamis. Di awal penelitian dari beberapa masalah yang ada pada penerbangan vertikal, Quadcopter dapat sebagai solusi yang memungkinkan untuk beberapa masalah tersebut. Counter-rotation dapat mengatasi masalah efisiensi pada rotor belakang yang tidak menghasilkan daya angkat dan jauh lebih mudah dibangun dengan propeller yang lebih pendek. Desain quadcopter juga menjadi populer di penelitian unmanned aerial vehicle (UAV atau Drone). Dengan ukuran yang kecil dan dapat bergerak bebas, di dalam ruangan maupun di luar ruangan Quadcopter ini masih dapat diterbangkan dan karena ukurannya yang kecil Quadcopter dibandingkan helicopter konvensional membuat lebih tahan lama dan murah karena kesederhanaan mekaniknya. Dapat meminimalisir kerusakan karena kemampuan energi kinetik pada propeller lebih kecil. Interaksi lebih dekat juga lebih aman karena skala quadcopter kecil.

Sensor yang digunakan dalam quadcopter yaitu Gyroscope, Accelerometer, barometer, GPS. Sensor ini diperlukan untuk kestabilan terbang quadcopter. Sensor berikut juga diperlukan jika quadcopter dirancang untuk terbang secara autonomous.

Gyroscope merupakan komponen instrumen yang digunakan untuk mengukur orientasi (posisi dan arah) suatu benda yang bergerak berdasarkan prinsip momentum angular (sudut). Sensor ini bekerja kurang lebih sama seperti Accelerometer, namun tidak dipengaruhi oleh gaya gravitasi seperti Accelerometer.

Accelerometer adalah sebuah instrumen yang dapat mengukur percepatan atau akselerasi pada suatu benda berdasarkan percepatan gravitasi bumi. Accelerometer digunakan untuk mengukur kemiringan suatu benda. Penggunaan seperti ini sudah banyak diterapkan di dunia

perindustrian. karena kerja dari Accelerometer dipengaruhi oleh gaya gravitasi

Barometer adalah sebuah instrument yang digunakan untuk mengukur tekanan udara. Dalam UAV aplikasi barometer adalah sebagai instrument pengukur ketinggian terbang UAV. Barometer menggunakan perbedaan tekanan udara pada setiap ketinggiannya untuk menentukan ketinggian. Pada penerapannya, barometer selalu disandingkan dengan instrument lain untuk mengukur ketinggian UAV seperti GPS dan sonar, dikarenakan pada ketinggian dibawah permukaan laut, barometer menjadi tidak akurat, dan hal ini dapat menyebabkan masalah ketika UAV melakukan pendaratan.

GPS (Global Positioning System), Peran utama GPS dalam sebuah UAV adalah sebagai perangkat navigasi jarak jauh. GPS menyediakan data posisi UAV berada. Navigasi dari GPS sangat akurat jika GPS berada di area yang cukup sinyal. Namun kelemahan tersendiri pada GPS adalah, sinyal pada GPS sering terjadi penurunan jika memasuki daerah hutan atau daerah gedung-gedung tinggi. GPS juga bisa mengalami gangguan baik secara sengaja maupun tak sengaja oleh saluran televisi, perangkat elektronik pribadi, perangkat satelit mobile, perangkat komunikasi wideband, dan transmitter telepon genggam. Namun terlepas dari kekurangannya, perangkat GPS adalah perangkat navigasi yang paling umum digunakan pada UAV.

Warna merupakan hasil persepsi dari cahaya dalam spectrum yang terlihat oleh mata. Suatu model warna adalah model matematis yang dapat mempresentasikan warna sebagai baris angka, biasanya komponen warna terdiri dari 3 atau 4 warna / komponen, misalnya RGB (Red, Green, Blue) dan HSV (Hue, Saturation, Value). Warna pada dasarnya merupakan bentukan 3 dimensi sehingga disebut sebagai “color space”. Model warna HSV didefinisikan dalam terminology Hue, Saturation, Value. Keuntungan pada HSV yaitu terdapat warna-warna yang sama denganyang ditangkap oleh indera penglihatan manusia. Sedangkan RGB, warna yang dibentuk merupakan hasil campuran dari warna-warna primer. Berikut perhitungan konversi RGB to HSV :

$$r = \frac{R}{R+G+B}, g = \frac{G}{R+G+B}, b = \frac{B}{R+G+B} \quad (1)$$

$$V = \max(r, g, b) \quad (2)$$

$$S = \begin{cases} 0, & \text{jika } V = 0 \\ 1 - \frac{\min(r, g, b)}{V}, & V > 0 \end{cases} \quad (3)$$

$$H = \begin{cases} 0, & \text{jika } S=0 \\ \frac{60*(g-b)}{S*V}, & \text{jika } V=r \\ 60* \left[2 + \frac{b-r}{S*V} \right], & \text{jika } V=g \\ 60* \left[4 + \frac{r-g}{S*V} \right], & \text{jika } V=b \end{cases} \quad (4)$$

$$H = H + 360 \text{ jika } H < 0 \quad (5)$$

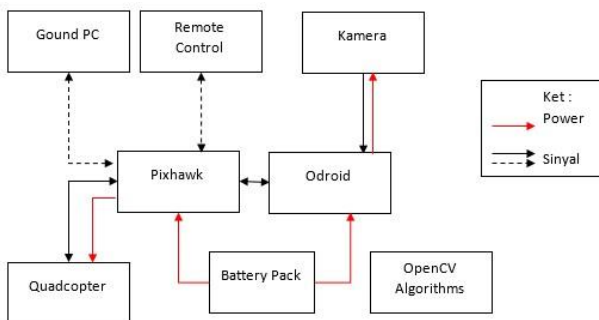
Perancangan Quadcopter Untuk Deteksi Warna Menggunakan Image Processing

Karena di OpenCV range Hue 0-179 maka:

$$H = \frac{H}{360} * 180 \quad (6)$$

2. PERANCANGAN SISTEM

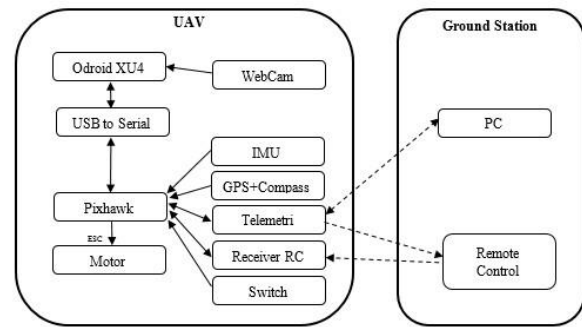
Perancangan adalah salah satu bagian terpenting dalam penelitian ini karena dari diagram tersebut dapat diketahui cara kerja keseluruhan dari rangkaian keseluruhan. Gambar berikut ini merupakan diagram blok perancangan pada sistem autonomous quadcopter untuk deteksi objek menggunakan image processing yang akan dibuat.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Sistem autonomous Quadcopter untuk mendeteksi objek menggunakan image processing dengan sistem yang sesuai pada fungsinya. Data visual dari kamera akan masuk ke odroid dan mendapatkan supply tegangan dari odroid menggunakan kabel, dimana odroid berfungsi sebagai hardware untuk pengolahan citranya. Pengolahan citra menggunakan library opencv dan Bahasa C algorithm. Kemudian saat mendeteksi adanya objek lingkaran berwarna merah yang telah dideklarasikan dalam algorithm, Odroid akan mengirim sinyal ke pixhawk berupa sinyal dimana saat objek dideteksi, Pixhawk sebagai kontroller yang akan mengontrol motor pada Quadcopter. Odroid akan mengirim sinyal ke pixhawk agar quadcopter dapat mengaktifkan sistem motor. Quadcopter akan di monitor dari Ground PC dan dibackup oleh Remote kontrol jika quadcopter mengalami masalah sehingga bisa diantisipasi dengan ambil alih kontrol gerak quadcopter. Dalam perancangan perangkat keras, hal-hal yang perlu diperhatikan untuk memastikan agar Quadcopter dapat terbang dengan stabil autonomous adalah unit sensor yang digunakan. Sebuah UAV pada umumnya harus dilengkapi dengan beberapa sensor untuk mengatur gerakannya, seperti sensor Gyroscope, Accelerometer, Barometer, serta GPS/Compass. Sensor-sensor ini sudah terdapat di dalam Inertial Measurement Unit atau IMU, yang akan mengkoordinasi keempat motor ketika bergerak secara autonomous. Jika semua komponen bekerja bersama dengan baik maka menghasilkan kinerja secara keseluruhan quadcopter yang sangat baik. Perancangan perangkat ini dibagi menjadi rancangan wiring dan desain frame Quadcopter. Tata letak, keseimbangan dan berat komponen

mempengaruhi kemampuan kestabilan terbang pada quadcopter.



Gambar 2. Diagram sistem Hardware

ESC (electronic speed control)

Quadcopter memiliki 4 buah BLDC motor, oleh karena itu diperlukan 4 buah Electronic Speed Controller (ESC) untuk mengontrol kecepatan motor. Adapun ESC yang digunakan adalah simonk 30A. Pin A,B dan C pada ESC terhubung ke Brushless DC motor (BLDC) sementara positif dan negative terhubung ke Power Distribution Board untuk mendapatkan supply dari battery, dan pin sinyal pada ESC terhubung ke pin 1,2,3 dan 4 pin main OUT pada board PIXHAWK.

Telemetry

Untuk mengirimkan data secara dua arah dan realtime selama Quadcopter melakukan flight menggunakan sebuah FPV Radio Telemetry air module dipasang pada PIXHAWK, yang akan mengirimkan data ke telemetry yang berada di ground terhubung dengan PC/Laptop/Android. Perangkat telemetry juga dapat terhubung ke remote kontrol menggunakan telemetry yang berbeda dari telemetry yang digunakan untuk terhubung ke ground PC. Telemetry yang terdapat di remote kontrol hanya untuk monitor data quadcopter seperti tegangan baterai, ketinggian dan lainnya. Switch yang terlihat di gambar 3.6 berfungsi untuk restart pixhawk sebelum pixhawk berfungsi sebagai kontroller untuk siap terbang.

Kamera

Kamera identik dengan mata manusia sama seperti di quadcopter, kamera akan digunakan untuk penglihatan di quadcopter untuk deteksi objek. Kamera yang akan digunakan berjenis Action Camera. Memiliki rata-rata ketajaman optic yang cukup baik dan driver mendukung untuk digunakan di Operating system sebagai webcam. Kamera yang lumayan murah dan ringan untuk tipe camera yang memungkinkan dapat meningkatkan sensitivitas cahaya yang rendah, dan juga cocok untuk deteksi objek yang tidak bergerak secara signifikan.

Odroid XU4

Odroid merupakan PC offboard mini yang digunakan untuk tempat pengolahan gambar. Dan terhubung dengan pixhawk menggunakan usb to serial interface. Odroid

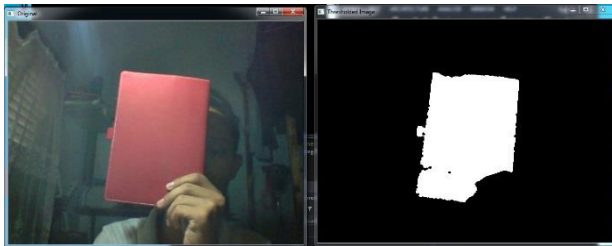
memiliki spesifikasi yang baik dengan speed sistem yang lumayan cepat dari berbagai PC offboard mini lainnya.

Perancangan Perangkat Lunak

Sistem kendali saat ini sudah berkembang sangat pesat, dimana logika berpikir manusia dapat dituangkan dalam bentuk listing program atau baris program serta dapat dikirim ke hardware melalui komputer. Salah satu komponen sistem kendali yang sering digunakan saat ini adalah mikrokontroler, yang khususnya disebut flight controller dalam dunia penerbangan tanpa awak. Perancangan program dalam pembuatan Quadcopter ini merupakan bagian yang sangat penting.

Desain vision Algorithm

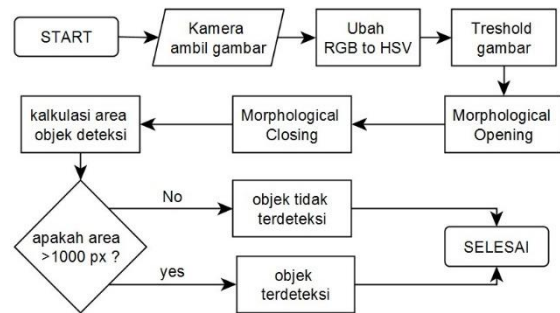
Algoritma khusus dibutuhkan untuk mengetahui pola objek yang akan dideteksi. Pada kasus ini, objek yang akan dikenali yaitu memiliki desain berbentuk lingkaran dan berwarna merah. Ukuran objek menyesuaikan jarak deteksi. Hal ini menyebabkan masalah jika ketinggian yang tidak sesuai kamera tidak bisa menangkap objek. Berikut gambar 3 menampilkan contoh bentuk objek yang akan dideteksi dan saat objek dideteksi di image processing.



Gambar 3. Objek dan Image Processing

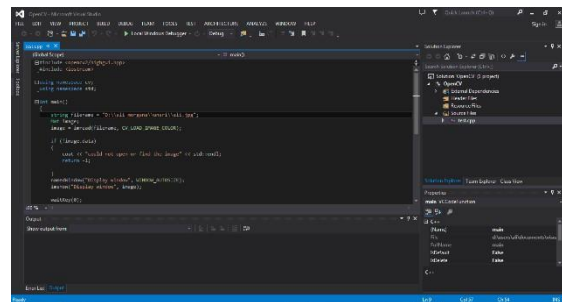
Dalam pembuatan Quadcopter deteksi objek ini digunakan Bahasa pemrograman C dan menggunakan sebuah pustaka OpenCV untuk pengolahan citra dinamis secara real-time dan program mengendalikan pergerakan Quadcopter yang masuk ke dalam Odroid. OpenCV dipilih sebagai tempat image processing karena sangat populer dan memiliki fungsi yang cukup relevan untuk proyek ini. Proses pengolahan gambar untuk mendeteksi objek dengan langkah sebagai berikut : Capture kamera, kamera yang diletakkan di bawah quadcopter akan mengambil gambar. Convert Colourspace from RGB to HSV, gambar akan diubah dari RGB/CMYK ke HSV (Hue Saturation Value) karena gambar lebih cocok untuk segmentation warna pada gambar karena HSV tidak berpengaruh besar terhadap cahaya. Colour Tresholding, metode simple segmentation yaitu memisahkan warna yang ingin di analisa menjadi hitam putih dengan warna putih adalah objeknya. Morphological Opening (Erosion, Dilation), proses erosi yang diikuti dengan dilasi. Pertama pada citra akan di erosi kemudian hasilnya tersebut kembali di dilasi. Opening biasanya digunakan untuk menghilangkan objek - objek kecil dan kurus serta dapat membuat tepi citra lebih smooth untuk citra berukuran yang besar. Morphological Closing (Dilation, Erosion), kebalikan dari opening. Citra akan terlebih dahulu melakukan dilasi yang kemudian diteruskan dengan erosi. Closing digunakan untuk menutupi/mengisi

lubang kecil pada objek dan menggabungkan objek yang berdekatan.



Gambar 4. Flowchart Image Processing

Pada penelitian ini, pemrograman image processing dibuat menggunakan aplikasi visual basic yang telah dimasukkan library OpenCV. Visual Basic adalah software untuk merancang program dengan berbagai bahasa dari java, C#, C/C++ dll. Berikut tampilan visual basic yang telah dimasukkan library OpenCV. Image processing menggunakan bahasa C yang nantinya file program akan di masukkan ke dalam odroid dan akan dipanggil menggunakan CMD pada odroid.



Gambar 5. Tampilan Software pemrograman Visual Basic

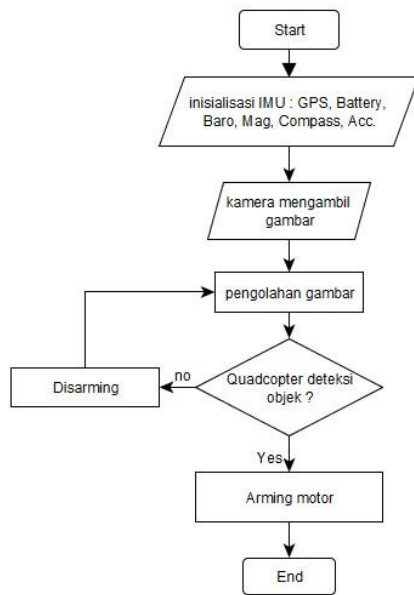
Komunikasi Odroid – Pixhawk

Perancangan komunikasi diperlukan agar image processing dapat mengendalikan mode pada controller untuk memberi tahu bahwa objek telah dideteksi. Komunikasi menggunakan USB serial dengan protocol MAVlink.



Gambar 6. komunikasi serial odroid pixhawk

Perancangan cara kerja alat dibutuhkan perencanaan sistem yang dibuat dengan tampilan flowchart sebelum dibuat list programnya.



Gambar 7. Flowchart sistem Quadcopter

Power supply dihubungkan, sistem dinyalakan, GPS akan melakukan log data selama beberapa detik untuk mengambil data peta, lokasi Quadcopter dan data sensor. Motor melakukan inisialisasi lewat ESC, dan setelah log data GPS selesai. Proses pengambilan gambar dan image processing dimulai saat quadcopter terhubung dengan power supply. Saat Quadcopter mendeteksi adanya objek, Odroid akan mengirim data ke pixhawk untuk mengubah status dari disarm menjadi arm.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum quadcopter menerima data dari odroid dan terbang autonomous mencari objek, dibutuhkan pengujian pengolahan gambar terlebih dahulu apakah objek terdeteksi dan apa yang mempengaruhinya. Pada pengujian memfilter warna HSV ini dilakukan pengaturan nilai pada Hue, Saturation dan Value. Batas nilai diubah sesuai dengan warna objek yang akan dideteksi dengan menggunakan trackbar. Objek yang akan digunakan adalah warna merah berbentuk lingkaran. Setelah mendapatkan nilai filtering HSV maka didapatkan filter gambar untuk warna objek yang akan dideteksi secara tepat. Pada pengujian ini, nilai Hue, Saturatio, dan value (HSV) yang telah didapat yaitu : Hmin 160 dan Hmax 179, Smin 100 dan Smax 255, Vmin 100 dan Vmax 255. Hasil HSV didapat dari gambar rana HSV.

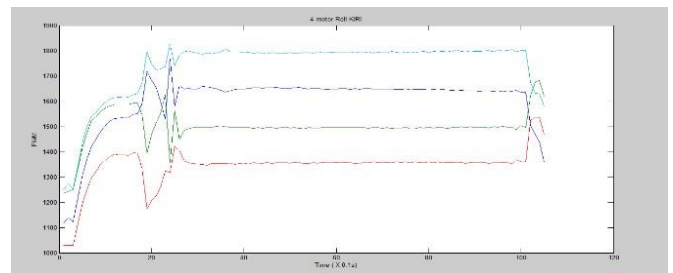
Tabel 1. Pengujian deteksi Objek Ourdoor

Pengujian	Jarak (cm)	Outdoor
1.	20	Deteksi
2.	40	Deteksi
3.	60	Deteksi
4.	80	Deteksi
5.	100	Deteksi
6.	120	Deteksi
7.	140	Deteksi
8.	160	Deteksi
9.	180	Tidak Deteksi
10.	200	Tidak Deteksi

Dapat dilihat dari data diatas, memiliki perbedaan sumber cahaya outdoor bersumberkan cahaya matahari. Intensitas cahaya outdoor sebesar 344. Pada jarak 1.2 meter kondisi objek terdeteksi secara sempurna. Pada jarak 2 meter, objek tidak terdeteksi saat pengujian dilakukan outdoor. Berdasarkan data diatas dapat diketahui bahwa intensitas cahaya tidak terlalu berpengaruh dan ketinggian mempengaruhi terhadap pendeteksian objek

Pengujian Testbed

Setelah semua pengujian selesai, berikut data yang didapatkan ditinjau dari keempat motor. Data berikut ini adalah data PWM yang diberikan kepada motor. Range pada motor BLDC sangat jauh berbeda dari motor DC biasa, PWM pada motor BLDC memiliki nilai mulai dari 0 sampai 2000. Data ini diambil melalui Data Flash log yang terdapat pada pixhawk dengan bantuan mission planner.



Gambar 8. Grafik testbed

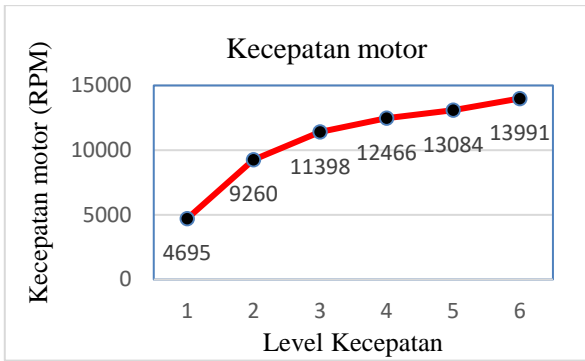
data penerbangan secara otomatis tersimpan di dalam flash log mulai dari quadcopter terbang sampai catu daya dimatikan, atau dalam keadaan daruratnya quadcopter jatuh. Data ini ditinjau berdasarkan pengujian, oleh karena itu grafik yang ditampilkan adalah grafik kinerja motor BLDC saat melakukan stabilize, pitch, yaw, serta roll. Data ini didapatkan dalam keadaan quadcopter belum di tuning sama sekali. Sebuah keadaan stabilize pada multirotor, dicapai ketika semua motor sinkron satu sama lain, artinya semua motor memiliki kecepatan yang sama, begitu pula PWM yang diberikan harus sama.

Thrust atau Daya Angkat Robot

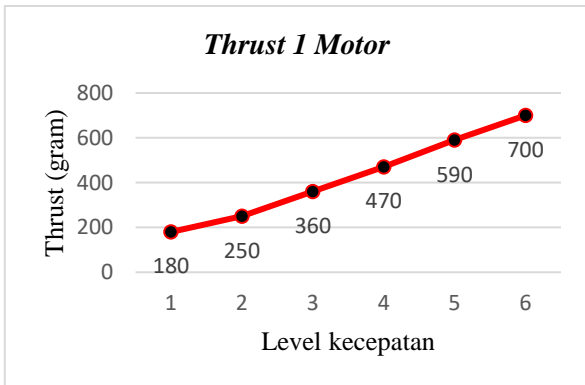
Pengukuran thrust atau daya angkat robot diperlukan untuk mengetahui berapa beban maksimal yang dapat diangkat motor supaya robot tidak kelebihan muatan dan gagal lepas landas. Pengukuran thrust berdasarkan level speed yang terdapat pada remote control. Pada remote control terdapat 6 level speed.

Tabel 2. Thrust dan RPM 1 motor

Level speed	Kecepatan (RPM)	Motor Thrust (gram)
1	4695	180
2	9260	250
3	11398	360
4	12466	470
5	13084	590
6	13991	700



Gambar 9. Grafik kecepatan motor

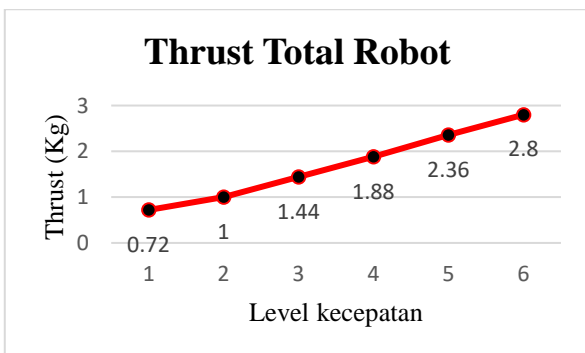


Gambar 10. Grafik thrust 1 motor

Quadcopter memiliki 4 motor maka thrust total yaitu thrust 1 motor dikalikan 4. Hasilnya dapat dilihat pada table dan gambar dibawah ini.

Tabel 3. Thrust total robot

Level Speed	Thrust 1 Motor (gram)	Thrust Robot (Kg)	Total
1	180	0.72	
2	250	1	
3	360	1.44	
4	470	1.88	
5	590	2.36	
6	700	2.8	



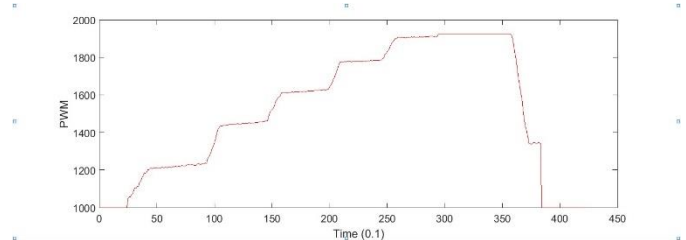
Gambar 11. Grafik Thrust total robot

Setelah diketahui nilai thrust quadcopter, ukur berapa berat robot quadcopter menggunakan timbangan yaitu 1.3 kg Dengan demikian berdasarkan pengujian thrust, robot

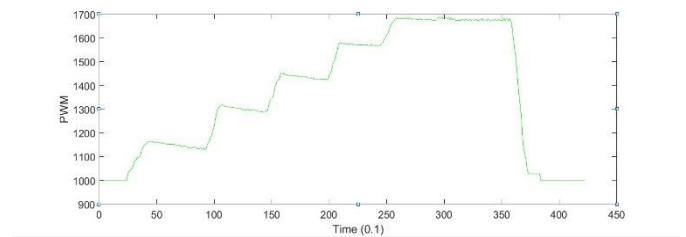
sudah bisa mengudara pada keadaan level speed remote mencapai 3, 4, 5 dan 6. Muatan maksimal motor $\pm 1,5$ kg yang dapat digunakan untuk mengganti kamera yang lebih berkualitas atau aksesoris tambahan penunjang untuk kemampuan quadcopter.

PWM Motor

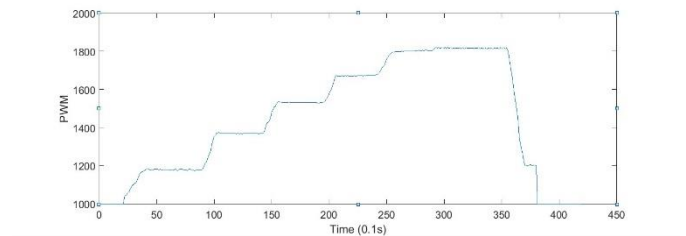
PWM digunakan untuk mengatur kecepatan motor brushless melalui electronic control speed atau ESC. Data PWM yang didapat masing-masing motor saat pengujian thrust motor berdasarkan level throttle 1 - 6 dapat dilihat dibawah ini :



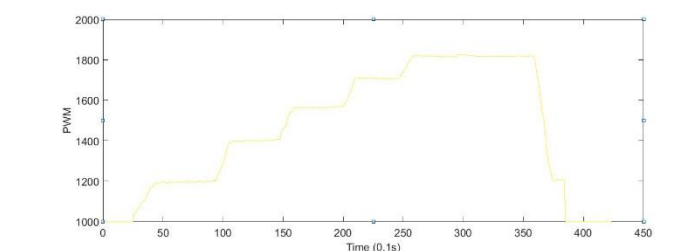
Gambar 12. Grafik PWM motor 1



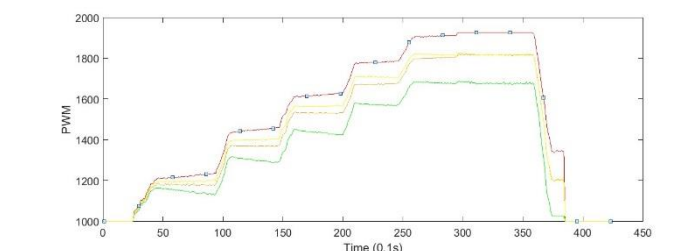
Gambar 13. Grafik PWM motor 2



Gambar 14. Grafik PWM motor 3



Gambar 15. Grafik PWM motor 4



Gambar 16. Grafik PWM keempat motor

Berdasarkan pengujian diatas didapat bahwa PWM terendah terhadap motor saat level speed 0 rata-rata sebesar 998 dan tertinggi saat level speed 6 rata-rata sebesar 1925. PWM pada saat level speed 5 dan 6 hampir tidak memiliki perbedaan PWM.

4. SIMPULAN

Sistem deteksi objek menggunakan metode HSV sudah dapat dilakukan dengan nilai yang tepat dengan Intensitas cahaya tidak terlalu berpengaruh tetapi ketinggian mempengaruhi dalam deteksi objek. Mekanik quadcopter baik dimensi maupun berat berpengaruh terhadap kestabilan kontrol quadcopter. Komunikasi antara odroid dan pixhawk sudah sangat baik. Masih terdapat kekurangan dalam log data GPS dimana lokasi geografis mempengaruhi Log data dari GPS.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknik dan Lembaga Penelitian Universitas Sriwijaya yang telah mendanai penelitian ini dengan skim penelitian Dosen Muda dan SATEKs.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cuong Tran Viet. (2017). Basic knowledge about quadcopter.
- [2] George Muchero, "Operation of Gyro Sensor and 3-axis Accelerometer", in Helsinki Metropolia University of Applied Sciences (20 May 2014), pp.7-8.
- [3] Jinling Wang, Matthew Garratt, Andrew Lambert, Jack Jianguo Wang, Songlai Hana, David Sinclair. Beijing 2008. "Integration OF GPS/INS/Vision Sensors to Navigate Unmanned Aerial Vehicles", in The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B1. pp.163-170
- [4] Muhammad Fadhil Abdullah, Inung Wijayanto, Angga Rusdinar, "Position Estimation and Fire Detection Based on Digital Video Color Space for Autonomous Quadcopter Using Odroid XU4" in School of Electrical Engineering Telkom University. Bandung: Indonesia
- [5] Taufiq Dwi Septian Suhyadi. (Januari 2014). Operasi Gerak Quadrotor. Available in: <http://www.robotics-university.com/2014/01/operasi-gerakquadrotor.html>
- [6] Sepfrans Josua Hutasoit1, Erwin Susanto, S.T., M.T. 2, Ph.D., Ramdhan Nugraha, S.Pd., M.T., "Design and Implementation Prototype of Fire Detection and Extinguisher Based Image Processing on Quadcopter" in Universitas Telkom. Bandung: Indonesia

