

PENGENDALIAN MANUVER *QUADCOPTER* MENGGUNAKAN *GESTURE* TANGAN

Matthew Alvin Wibowo

NRP : 1622013

e-mail : m.alvin.w29@gmail.com

ABSTRAK

Pada kalangan milenial mulai berkembang kegiatan yang dinamakan *selfie* atau swafoto. Di sisi lain *drone* mulai menjadi tren untuk kegiatan fotografi, videografi, mengantarkan barang, hingga untuk keperluan militer. Gagasan baru pun muncul untuk membuat *drone* khusus *selfie* yang dapat digerakkan tanpa menggunakan *device* lain. Oleh karena itu, *quadcopter* dirancang dan direalisasikan untuk dapat bermanuver menggunakan *gesture recognition*.

Realisasi dari perancangan sistem yang dibuat yaitu *quadcopter* bermanuver sesuai *gesture* yang dideteksi oleh kamera. *Quadcopter* dikendalikan dengan *flight controller Pixhawk*. Terdapat 2 *gesture* yang digunakan yaitu *gesture palm* dan *gesture fist*. Untuk dapat mendeteksi *gesture* pada setiap *frame* digunakan kamera *Logitech C920* sebagai sensor penglihatan dan *Odroid-XU4* sebagai pengolah citra dengan memanfaatkan *library OpenCV Haar cascade classifier*. *Gesture recognition* dilatih menggunakan *dataset* citra positif dan negatif yang diharapkan dapat mencapai tingkat keberhasilan minimum sebesar 80%.

Gesture recognition pada *gesture palm* dan *gesture fist* tidak dapat mencapai tingkat keberhasilan 80% dengan *dataset* 600 citra negatif dan 40 citra positif. Dengan demikian, ditambahkan *dataset* menjadi 1000 citra negatif dan 120 citra positif sehingga didapatkan tingkat keberhasilan *gesture palm* sebesar 80% dan *gesture fist* sebesar 83,3%. Implementasi algoritma manuver *quadcopter* masih melakukan manuver yang tidak sesuai dengan perintah yang dikirimkan karena tidak dilakukan *tuning PID* pada *quadcopter*.

Kata Kunci : *Quadcopter, OpenCV, Haar cascade, manuver, gesture*

CONTROLLING QUADCOPTER'S MANEUVER USING HAND GESTURE

Matthew Alvin Wibowo

NRP : 1622013

e-mail : m.alvin.w29@gmail.com

ABSTRACT

Millennials have started to develop activities called selfies or selfies. On the other hand, drones are starting to become a trend for photography, videography, delivering goods, to military purposes. A new idea emerged to make a special selfie drone that can be moved without using other devices. Therefore, a quadcopter was designed and realized to be able to maneuver using gesture recognition.

The realization of the system design is a quadcopter maneuvering according to the gesture detected by the camera. The quadcopter is controlled with the Pixhawk flight controller. There are 2 gestures used, namely the palm gesture and the fist gesture. To be able to detect gestures in each frame, the Logitech C920 camera is used as a vision sensor and the Odroid-XU4 as an image processor by utilizing the OpenCV Haar cascade classifier library. Gesture recognition is trained using a dataset of positive and negative images which are expected to achieve a minimum success rate of 80%.

Gesture recognition on palm gestures and gesture fists cannot achieve a success rate of 80% with a dataset of 600 negative images and 40 positive images. Thus, the dataset is added to 1000 negative images and 120 positive images so that the success rate of palm gesture is 80% and gesture fist is 83.3%. Quadcopter still making maneuvers that are not in accordance with the commands sent because the PID tuning is not done on the quadcopter.

Keyword : *Quadcopter, OpenCV, Haar cascade, maneuver, gesture*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN TUGAS AKHIR	
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR	
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	2
I.3 Tujuan.....	2
I.4 Batasan Masalah	2
I.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	4
II.1 Quadcopter	4
II.1.1 Manuver <i>Quadcopter</i>	5
II.1.2 Perangkat Keras <i>Quadcopter</i>	6
II.2 Protokol <i>MAVLink</i>	14
II.2.1 Model Pengiriman Pesan <i>Publish-Subscribe</i>	17
II.2.2 Model Pengiriman Pesan <i>Point-to-Point</i>	19

II.3 Komunikasi Antara <i>Ground Control Station</i> (GCS) dengan <i>Quadcopter</i> .	20
II.4 <i>OpenCV</i>	21
II.5 <i>Haar Cascade</i>	23
II.6 <i>Single Board Computer Odroid-XU4</i>	28
II.7 <i>Webcam Logitech C920</i>	30
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI SISTEM	32
III.1 Perancangan dan Realisasi <i>Quadcopter</i>	32
III.2 Pengaturan Koneksi Laptop - <i>Odroid-XU4 - Pixhawk</i>	37
III.2.1 Koneksi Laptop dengan <i>Odroid-XU4</i>	38
III.2.2 Koneksi <i>Odroid-XU4</i> dengan <i>Pixhawk</i>	40
III.3 Implementasi <i>Gesture Recognition</i> pada <i>Quadcopter</i>	40
III.4 Perancangan dan Realisasi <i>Haar Cascade Classifier</i>	44
III.5 Algoritma <i>Take Off</i>	47
III.6 Algoritma Pengendalian Manuver <i>Quadcopter</i>	48
BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS	50
IV.1 Pengujian Manuver <i>Quadcopter</i> Menggunakan Algoritma.....	50
IV.2 Pengujian Hasil Training <i>Haar Cascade Classifier</i>	56
IV.3 Pengujian Komunikasi Antara Laptop - <i>Odroid XU-4 - Pixhawk</i>	67
IV.4 Simulasi Manuver <i>Quadcopter</i> Menggunakan <i>Gesture Tangan</i>	68
IV.5 Implementasi <i>Gesture Tangan</i> pada <i>Quadcopter</i>	86
IV.5.1 Uji Coba Manuver <i>Quadcopter</i> Menggunakan <i>Gesture Tangan</i> pada Simulator <i>Gyroscope</i>	86
IV.5.2 Uji Coba Manuver <i>Quadcopter</i> Menggunakan <i>Gesture Tangan</i> Tanpa Simulator <i>Gyroscope</i>	98
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	114
V.1 Simpulan.....	114

V.2 Saran..... 114
DAFTAR REFERENSI 115



DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Sumbu x , y , dan z serta Arah Rotasi <i>Roll</i> , <i>Pitch</i> , dan <i>Yaw</i> pada <i>Quadcopter</i>	5
Gambar II. 2 <i>Quadcopter Tipe X</i>	5
Gambar II. 3 Motor BLDC <i>outer rotor</i> (kiri) dan <i>inner rotor</i> (kanan).....	7
Gambar II. 4 <i>Propeller CW</i> dan <i>CCW</i>	8
Gambar II. 5 Konfigurasi Koneksi ESC dengan Motor BLDC	9
Gambar II. 6 <i>Current Waveform</i> Motor BLDC dalam 1 Interval	10
Gambar II. 7 <i>Momentum Angular</i>	11
Gambar II. 8 <i>Gyroscope</i> mekanik.....	11
Gambar II. 9 <i>Port-port</i> pada Pixhawk.....	13
Gambar II. 10 Baterai Li-Po 4S	13
Gambar II. 11 Urutan Bagian-Bagian pada <i>Frame MAVLink</i>	15
Gambar II. 12 Ilustrasi <i>Publish-Subscribe</i>	18
Gambar II. 13 Ilustrasi Komunikasi <i>Point-to-Point</i>	19
Gambar II. 14 Ilustrasi Hubungan Komunikasi <i>Bi-directional Quadcopter</i> dengan GCS.....	20
Gambar II. 15 Ilustrasi <i>ScaleFactor</i>	23
Gambar II. 16 Contoh Beberapa <i>Features</i>	24
Gambar II. 17 Visualisasi Proses <i>Haar Feature Selection</i>	25
Gambar II. 18 Konsep <i>Integral Image</i> Dari Wilayah D.....	26
Gambar II. 19 Contoh Penjumlahan <i>Integral Image</i> Dari Wilayah D.....	26
Gambar II. 20 Ilustrasi <i>Cascading Classifiers</i>	28
Gambar II. 21 <i>Single Board Computer Odroid-XU4</i>	29
Gambar II. 22 <i>Webcam Logitech C920</i>	30
Gambar III. 1 Diagram Blok Sistem	33
Gambar III. 2 Diagram Blok Fungsional	33
Gambar III. 3 Diagram Blok Sistem Kontrol.....	34
Gambar III. 4 Hasil Realisasi <i>Quadcopter</i>	36
Gambar III. 5 <i>Flowchart</i> Cara Kerja Sistem.....	37
Gambar III. 6 Koneksi Laptop, <i>Odroid-XU4</i> , dan <i>Pixhawk</i>	38

Gambar III. 7 Tampilan <i>Putty</i>	39
Gambar III. 8 Komunikasi Laptop dengan <i>Odroid-XU4</i>	40
Gambar III. 9 Pembagian 5 Daerah Posisi <i>Gesture Palm</i> Dilihat dari Atas	41
Gambar III. 10 Jarak <i>Gesture Palm</i> dari <i>Webcam</i>	42
Gambar III. 11 Pembagian 3 Daerah Posisi <i>Gesture Fist</i>	43
Gambar III. 12 Proses Untuk Mencapai Tingkat Keberhasilan 80%	46
Gambar III. 13 <i>Flowchart</i> Algoritma <i>Take Off</i>	48
Gambar III. 14 <i>Flowchart</i> Algoritma Pengendalian Manuver <i>Quadcopter</i>	49
Gambar IV. 1 Grafik Perubahan Nilai <i>Latitude</i> pada Pengujian Algoritma Manuver Maju	51
Gambar IV. 2 Grafik Perubahan Nilai <i>Latitude</i> pada Pengujian Algoritma Manuver Mundur	52
Gambar IV. 3 Grafik Perubahan Nilai <i>Latitude</i> pada Pengujian Algoritma Manuver Kanan	53
Gambar IV. 4 Grafik Perubahan Nilai <i>Latitude</i> pada Pengujian Algoritma Manuver Kiri	54
Gambar IV. 5 Grafik Perubahan Nilai <i>Latitude</i> pada Pengujian Algoritma Manuver <i>Yaw CW</i>	55
Gambar IV. 6 Grafik Perubahan Nilai <i>Latitude</i> pada Pengujian Algoritma Manuver <i>Yaw CCW</i>	56
Gambar IV. 7 Contoh Citra-Citra yang Digunakan Untuk Uji Coba pada <i>Gesture Palm</i>	57
Gambar IV. 8 Contoh Citra-Citra yang Digunakan Untuk Uji Coba pada <i>Gesture Fist</i>	58
Gambar IV. 9 Citra <i>Gesture Palm</i> yang Berhasil Terdeteksi dengan Baik	60
Gambar IV. 10 Citra <i>Gesture Fist</i> yang Berhasil Terdeteksi dengan Baik	61
Gambar IV. 11 Citra <i>Gesture Palm</i> yang Tidak Terdeteksi dengan Baik	62
Gambar IV. 12 Citra <i>Gesture Fist</i> yang Tidak Terdeteksi dengan Baik	63
Gambar IV. 13 <i>Dataset Gesture Palm</i> yang Memiliki Kemiripan dengan Rumput	64
Gambar IV. 14 <i>Dataset Gesture Fist</i> yang Memiliki Kemiripan dengan Jendela	64
Gambar IV. 15 Komunikasi Laptop, <i>Odroid-XU4</i> , dan <i>Pixhawk</i>	67

Gambar IV. 16 Tampilan Simulasi	69
Gambar IV. 17 Grafik Perubahan Nilai <i>Latitude</i> pada Simulasi Manuver Mundur	71
Gambar IV. 18 Grafik Nilai <i>Latitude</i> , <i>Longitude</i> , dan <i>Altitude</i> pada Simulasi Manuver <i>Hover</i>	73
Gambar IV. 19 Grafik Perubahan Nilai <i>Longitude</i> pada Simulasi Manuver Kanan	74
Gambar IV. 20 Grafik Perubahan Nilai <i>Longitude</i> pada Simulasi Manuver kiri	76
Gambar IV. 21 Grafik Perubahan Nilai <i>Latitude</i> pada Simulasi Manuver Maju..	78
Gambar IV. 22 Grafik Perubahan Nilai <i>Heading</i> pada Simulasi Manuver <i>Yaw</i> CW	80
Gambar IV. 23 Grafik Perubahan Nilai <i>Heading</i> pada Simulasi Manuver <i>Yaw</i> CCW	82
Gambar IV. 24 Hasil Foto <i>Selfie</i>	86
Gambar IV. 25 Simulator <i>Gyroscope</i>	87
Gambar IV. 26 Uji Coba Manuver Maju pada Simulator <i>Gyroscope</i>	87
Gambar IV. 27 Grafik Perubahan Nilai <i>Pitch</i> Manuver Maju pada Simulator <i>Gyroscope</i>	88
Gambar IV. 28 Uji Coba Manuver Mundur pada Simulator <i>Gyroscope</i>	89
Gambar IV. 29 Grafik Perubahan Nilai <i>Pitch</i> Manuver Mundur pada Simulator <i>Gyroscope</i>	90
Gambar IV. 30 Uji Coba Manuver <i>Hover</i> pada Simulator <i>Gyroscope</i>	91
Gambar IV. 31 Grafik Perubahan Nilai <i>Heading</i> Manuver <i>Hover</i> pada Simulator <i>Gyroscope</i>	92
Gambar IV. 32 Uji Coba Manuver Kanan pada Simulator <i>Gyroscope</i>	93
Gambar IV. 33 Grafik Perubahan Nilai <i>Roll</i> Manuver Kanan pada Simulator <i>Gyroscope</i>	94
Gambar IV. 34 Uji Coba Manuver Kiri pada Simulator <i>Gyroscope</i>	95
Gambar IV. 35 Grafik Perubahan Nilai <i>Roll</i> Manuver Kiri pada Simulator <i>Gyroscope</i>	96
Gambar IV. 36 Grafik Perubahan Nilai <i>Heading</i> Manuver <i>Yaw</i> CW pada Simulator <i>Gyroscope</i>	97

Gambar IV. 37 Grafik Perubahan Nilai <i>Heading</i> Manuver <i>Yaw</i> CCW pada Simulator <i>Gyroscope</i>	98
Gambar IV. 38 Grafik <i>Take-Off</i> dan <i>Landing</i> Percobaan ke-1	99
Gambar IV. 39 Grafik <i>Take-Off</i> dan <i>Landing</i> Percobaan ke-2	100
Gambar IV. 40 Grafik <i>Take-Off</i> dan <i>Landing</i> Percobaan ke-3	101
Gambar IV. 41 Grafik <i>Take-Off</i> dan <i>Landing</i> Percobaan ke-4	102
Gambar IV. 42 Grafik <i>Take-Off</i> dan <i>Landing</i> Percobaan ke-5	103
Gambar IV. 43 Grafik Respons <i>Quadcopter</i> Saat Diberikan <i>Gesture</i> Manuver Maju Tanpa Simulator <i>Gyroscope</i>	105
Gambar IV. 44 Grafik Respons <i>Quadcopter</i> Saat Diberikan <i>Gesture</i> Manuver Mundur Tanpa Simulator <i>Gyroscope</i>	106
Gambar IV. 45 Grafik Respons <i>Quadcopter</i> Saat Diberikan <i>Gesture</i> Manuver Kanan Tanpa Simulator <i>Gyroscope</i>	107
Gambar IV. 46 Grafik Respons <i>Quadcopter</i> Saat Diberikan <i>Gesture</i> Manuver Kiri Tanpa Simulator <i>Gyroscope</i>	108
Gambar IV. 47 Grafik Respons <i>Quadcopter</i> Saat Diberikan <i>Gesture</i> Manuver <i>Hover</i> Tanpa Simulator <i>Gyroscope</i>	110
Gambar IV. 48 Grafik Respons <i>Quadcopter</i> Saat Diberikan <i>Gesture</i> Manuver <i>Yaw</i> CW Tanpa Simulator <i>Gyroscope</i>	111
Gambar IV. 49 Grafik Respons <i>Quadcopter</i> Saat Diberikan <i>Gesture</i> Manuver <i>Yaw</i> CCW Tanpa Simulator <i>Gyroscope</i>	112

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Deskripsi Bagian-Bagian pada <i>Frame MAVLink</i>	15
Tabel II. 2 Spesifikasi <i>Single Board Computer Odroid-XU4</i>	29
Tabel II. 3 Spesifikasi <i>Logitech C920</i>	31
Tabel III. 1 Manuver <i>Quadcopter</i> Berdasarkan Posisi dan <i>Gesture Palm</i>	43
Tabel III. 2 Manuver <i>Quadcopter</i> Berdasarkan Posisi dan <i>Gesture Fist</i>	44
Tabel IV. 1 Data Pengujian Algoritma Manuver Maju.....	50
Tabel IV. 2 Data Pengujian Algoritma Manuver Mundur	51
Tabel IV. 3 Data Pengujian Algoritma Manuver Kanan.....	52
Tabel IV. 4 Data Pengujian Algoritma Manuver Kiri.....	53
Tabel IV. 5 Data Pengujian Algoritma Manuver <i>Yaw CW</i>	54
Tabel IV. 6 Data Pengujian Algoritma Manuver <i>Yaw CCW</i>	55
Tabel IV. 7 Tingkat Keberhasilan Pendeteksian <i>Gesture Palm</i>	65
Tabel IV. 8 Tingkat Keberhasilan Pendeteksian <i>Gesture Fist</i>	66
Tabel IV. 9 Data Simulasi Manuver Mundur.....	70
Tabel IV. 10 Data Simulasi Manuver <i>Hover</i>	72
Tabel IV. 11 Data Simulasi Manuver Kanan	74
Tabel IV. 12 Data Simulasi Manuver Kiri	75
Tabel IV. 13 Data Simulasi Manuver Maju	76
Tabel IV. 14 Data Simulasi <i>Yaw CW</i>	79
Tabel IV. 15 Data Simulasi <i>Yaw CCW</i>	81
Tabel IV. 16 Data Simulasi Manuver <i>Landing</i>	82
Tabel IV. 17 Data Simulasi Foto <i>Selfie</i>	85
Tabel IV. 18 Data Manuver Maju pada Simulator <i>Gyroscope</i>	87
Tabel IV. 19 Data Manuver Mundur pada Simulator <i>Gyroscope</i>	89
Tabel IV. 20 Data Manuver <i>Hover</i> pada Simulator <i>Gyroscope</i>	91
Tabel IV. 21 Data Manuver Kanan pada Simulator <i>Gyroscope</i>	93
Tabel IV. 22 Data Manuver Kiri pada Simulator <i>Gyroscope</i>	95
Tabel IV. 23 Data Manuver <i>Yaw CW</i> pada Simulator <i>Gyroscope</i>	96
Tabel IV. 24 Data Manuver <i>Yaw CCW</i> pada Simulator <i>Gyroscope</i>	97
Tabel IV. 25 Data <i>Take-Off</i> dan <i>Landing</i> Percobaan Pertama.....	99

Tabel IV. 26 Data <i>Take-Off</i> dan <i>Landing</i> Percobaan Kedua	100
Tabel IV. 27 Data <i>Take-Off</i> dan <i>Landing</i> Percobaan Ketiga	101
Tabel IV. 28 Data <i>Take-Off</i> dan <i>Landing</i> Percobaan Keempat	102
Tabel IV. 29 Data <i>Take-Off</i> dan <i>Landing</i> Percobaan Kelima	103
Tabel IV. 30 Data Manuver Maju Tanpa Simulator <i>Gyroscope</i>	104
Tabel IV. 31 Data Manuver Mundur Tanpa Simulator <i>Gyroscope</i>	105
Tabel IV. 32 Data Manuver Kanan Tanpa Simulator <i>Gyroscope</i>	106
Tabel IV. 33 Data Manuver Kiri Tanpa Simulator <i>Gyroscope</i>	108
Tabel IV. 34 Data Manuver <i>Hover</i> Tanpa Simulator <i>Gyroscope</i>	109
Tabel IV. 35 Data Manuver <i>Yaw</i> CW Tanpa Simulator <i>Gyroscope</i>	110
Tabel IV. 36 Data Manuver Maju Tanpa Simulator <i>Gyroscope</i>	111



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A CONTOH <i>DATASET</i> NEGATIF	A-1
LAMPIRAN B CONTOH <i>DATASET</i> POSITIF	B-1
LAMPIRAN C CITRA <i>GESTURE PALM</i> YANG BERHASIL TERDETEKSI DENGAN BAIK	C-1
LAMPIRAN D CITRA <i>GESTURE FIST</i> YANG BERHASIL TERDETEKSI DENGAN BAIK	D-1
LAMPIRAN E CITRA <i>GESTURE PALM</i> YANG TIDAK TERDETEKSI DENGAN BAIK	E-1
LAMPIRAN F CITRA <i>GESTURE FIST</i> YANG TIDAK TERDETEKSI DENGAN BAIK	F-1
LAMPIRAN G PROGRAM PENGENDALIAN MANUVER <i>QUADCOPTER</i> MENGUNAKAN <i>GESTURE</i> TANGAN	G-1

