

Realisasi Penggunaan Fitur *Waypoint* Menggunakan Modul GPS Pada Wahana *Quadcopter*

Disusun Oleh:

Nama : Subianto

NRP : 0922041

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha,
Jl. Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH no. 65, Bandung, Indonesia.

Email : subianto_lie@yahoo.com

ABSTRAK

UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) merupakan salah satu aplikasi yang dikembangkan saat ini untuk membantu manusia untuk mengawasi suatu daerah. Karena ukuran UAV yang sangat kecil dan sulit untuk dideteksi sehingga sulit untuk dikendalikan oleh pilot menyebabkan rawan mengalami kecelakaan terbang. Untuk mengatasi hal tersebut, perlu dikembangkan UAV dengan sistem autopilot. UAV biasa digunakan untuk survei udara yaitu memonitor kebakaran hutan, kemacetan lalu lintas, dan patrol perbatasan wilayah.

Pada tugas akhir ini UAV yang telah dibuat adalah tipe *quadcopter*. *Quadcopter* merupakan salah satu jenis *multirotor* yang paling banyak dikembangkan. *Quadcopter* dapat terbang dengan pelan dan stabil. *Flight controller* yang digunakan adalah HKPilot Mega 2.5. HKPilot Mega 2.5 telah dilengkapi sensor *gyroscope* dan *accelerometer* yang berfungsi untuk melakukan koreksi posisi dengan menggunakan pengontrol PID, dan terdapat sensor barometer untuk membaca ketinggian *quadcopter* pada saat terbang. Modul GPS u-Blox CN-06 dihubungkan dengan HKPilot Mega 2.5 sebagai sistem navigasi *quadcopter* agar dapat melakukan *waypoint*.

Penggunaan fitur *waypoint* menggunakan modul GPS telah berhasil direalisasikan pada wahana *quadcopter*. Pada saat *waypoint* diaktifkan, *Quadcopter* mampu menuju ke titik *waypoint* tetapi masih terdapat penyimpangan jarak dan penyimpangan arah sudut terbang *quadcopter*. Jarak simpangan *quadcopter* pada saat terbang antara titik *waypoint* terhadap titik akhir lintasan terbang yaitu sebesar 1,345 meter dan penyimpangan sudut terbang sebesar 182,462°.

Kata Kunci : *Quadcopter*, HK Pilot Mega 2.5, Tuning PID, Sensor *Gyroscope* dan *Accelerometer*, *waypoint*, Modul GPS u-Blox CN-06.

The Realization of Waypoint Feature Using GPS Module on Quadcopter

Composed By:

Nama : Subianto

NRP : 0922041

Electrical Engineering Department

Maranatha Christian University

Jl. Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH no.65, Bandung, Indonesia

Email : subianto_lie@yahoo.com

ABSTRACT

UAV (Unmanned Aerial Vehicle) is one of the applications that are currently being developed to help humans to keep an eye on an area. Because the size of the UAV is very small and difficult to detect, it is difficult to be controlled by a pilot that can be cause flying accident. To avoid it, it's need to developed a UAV with autopilot system. The UAV was used to survey the air i.e. monitor forest fires, traffic congestion, and patrol the border region.

In this final project, UAV has been created with *quadcopter* type. *Quadcopter* is one of the most widely developed multirotor. *Quadcopter* can fly slow and stable. Flight controllers that used is HKPilot Mega 2.5. HKPilot Mega 2.5 has been fitted with gyroscope and accelerometer sensor to make corrections using the PID controller position, and a sensor to read the barometer elevation *quadcopter* while flying. GPS module U-Blox CN-06 associated with HKPilot Mega2.5 as a navigation system that can do *waypoint quadcopter*.

The use of feature *waypoint* using GPS module has been successfully realized in this *quadcopter*. When the *waypoint* is activated, *Quadcopter* is able to heading to the *waypoint* but there is still a discrepancy between the distance and direction of deviation angle of flying *quadcopter*. Distance deviation between the *waypoint* and end of the flight path is equal to 1,345 meters and flew deviation angle is 182,462°.

Keyword : *Quadcopter*, HKPilot Mega2.5, PID Tuning, Gyroscope and Accelerometer Sensor, *waypoint*, and GPS Module u-Blox CN-06.

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PENGESAHAN

PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN

PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR

KATA PENGANTAR

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR RUMUS	xii

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Masalah	1
I.2 Identifikasi Masalah.....	2
I.3 Rumusan Masalah.....	2
I.4 Tujuan	2
I.5 Pembatasan Masalah.....	2
I.6 Spesifikasi Alat	2
I.7 Sistematika Penulisan	3

BAB II LANDASAN TEORI

II.1 Multitrotor	5
II.2 <i>Quadcopter</i>	12
II.2.1 Komponen <i>Quadcopter</i>	13
II.2.1.1 <i>Frame</i>	13
II.2.1.2 Motor <i>Brushless</i>	15
II.2.1.3 ESC (<i>Electronic Speed Controller</i>)	16
II.2.1.4 <i>Propeller</i>	17
II.2.1.5 IMU (<i>Inertial Measurement Unit</i>)	19
II.2.1.6 <i>Flight controller</i>	20

II.2.1.7 <i>Telemetry</i>	22
II.2.1.8 GPS.....	24
II.3 <i>Waypoint</i>	28
II.4 <i>Proportional Integral Derivative (PID)</i>	29
II.4.1 Pengontrol <i>Proporsional</i>	29
II.4.2 Pengontrol <i>Integral</i>	30
II.4.3 Pengontrol <i>Derivative</i>	31
II.4.4 Pengontrol PID	32
II.5 Penggolongan tanggapan transien	33
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI	
III.1 Perancangan Sistem <i>Quadcopter</i>	35
III.1.1 Perakitan rangka <i>Quadcopter</i>	36
III.1.2 Sistem Elektronika Robot Terbang <i>Quadcopter</i>	38
III.1.2.1 Motor <i>Brushless, propeller, dan ESC</i>	38
III.1.2.2 <i>Flight Controller</i>	41
III.1.2.3 Baterai.....	43
III.1.2.4 <i>Power Distribution Board</i>	44
III.1.2.5 <i>Telemetry</i>	45
III.1.2.6 Modul GPS <i>receiver</i>	45
III.1.3 Algoritma Robot terbang <i>Quadcopter</i>	47
III.2 Realisasi Robot Terbang <i>Quadcopter</i>	52
III.2.1 Realisasi Mekanik dan Elektronika <i>Quadcopter</i>	52
III.2.2 <i>Tuning PID</i>	53
III.2.2.1 <i>Tuning PID</i> pada sumbu <i>roll</i>	55
III.3.2.1.1 <i>Tuning P</i>	55
III.3.2.1.2 <i>Tuning I</i>	57
III.3.2.1.3 <i>Tuning D</i>	60
III.2.2.2 <i>Tuning PID</i> sumbu <i>pitch</i>	62
III.2.2.2.1 <i>Tuning P</i>	62
III.2.2.2.2 <i>Tuning I</i>	65

III.2.2.2.3 <i>Tuning D</i>	67
BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISA	
IV.1 <i>Waypoint</i>	70
IV.2 Analisis percobaan <i>waypoint</i>	72
IV.3 Data pengamatan dan analisis percobaan <i>Waypoint</i>	73
IV.4 Percobaan <i>waypoint</i> dengan tiga titik	94
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
V.1 Kesimpulan	99
V.2 Saran.....	99
DAFTAR PUSTAKA	xiii
LAMPIRAN A TABEL DATA WAYPOINT	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Bicopter “Avatar Gunship”	5
Gambar 2.2 Arah putaran motor dan posisi servo pada bicopter	6
Gambar 2.3 Tricopter bentuk “Y”	6
Gambar 2.4 Arah putaran motor dan posisi servo pada tricopter	7
Gambar 2.5 <i>Quadcopter</i> konfigurasi “+”	8
Gambar 2.6 <i>Quadcopter</i> konfigurasi “X”	8
Gambar 2.7 Arah putaran motor Y4Copter	9
Gambar 2.8 VTAIL.....	10
Gambar 2.9 <i>Hexacopter</i>	10
Gambar 2.10 Arah putaran motor pada Hexacopter.....	11
Gambar 2.11 Y6copter	11
Gambar 2.12 Arah putaran motor pada Y6copter.....	12
Gambar 2.13 Frame kayu <i>quadcopter</i>	13
Gambar 2.14 Frame <i>center plate</i> dan lengan aluminium.....	14
Gambar 2.15 Frame Carbon fiber	15
Gambar 2.16 Bagian dalam motor brushless	15
Gambar 2.17 Bagian dalam motor brush	16
Gambar 2.18 Rangkaian ESC motor brushless	17
Gambar 2.19 Pitch pada propeller.....	18
Gambar 2.20 6 DOF IMU	19
Gambar 2.21 Ardupilot mega 2.6.....	21
Gambar 2.22 Telemetry	23
Gambar 2.23 Sistem GPS.....	25
Gambar 2.24 Diagram blok kontroler <i>proporsional</i>	30
Gambar 2.25 Diagram blok hubungan antara besaran kesalahan dengan pengontrol <i>integral</i>	31
Gambar 2.26 Diagram blok pengontrol <i>derivative</i>	31
Gambar 2.27 Kurva tanggapan tangga satuan menunjukkan t_d , t_r , t_p , M_p , dan t_s	34

Gambar 3.1	Diagram sistem <i>quadcopter</i>	35
Gambar 3.2	Main plates	37
Gambar 3.3	Empat batang aluminium	37
Gambar 3.4	Mounting motor	37
Gambar 3.5	<i>Landing skid</i>	38
Gambar 3.6	KIT frame X252	38
Gambar 3.7	Motor <i>brushless</i> AX-2810Q 750KV	39
Gambar 3.8	<i>Propeller</i> 10x4,5R dan 10x4,5	40
Gambar 3.9	ESC Turnigy Plush 30A	41
Gambar 3.10	Port pada HKpilot mega V2.5	42
Gambar 3.11	Baterai Turnigy Nano-Tech 2200mah 3S 45~90C	44
Gambar 3.12	Power Distribution Board.....	45
Gambar 3.13	Radio telemetry KIT 915MHz	45
Gambar 3.14	<i>U-Blox</i> CN-06 GPS <i>Receiver</i> V2	46
Gambar 3.15	Sistem koneksi elektronika <i>quadcopter</i>	47
Gambar 3.16	Sistem <i>Closed loop</i>	48
Gambar 3.17	Diagram alir HKPilot mega pada <i>quadcopter</i>	50
Gambar 3.18	Diagram alir fungsi <i>waypoint</i> pada <i>quadcopter</i>	51
Gambar 3.19	<i>Quadcopter</i> tampak depan	52
Gambar 3.20	<i>Quadcopter</i> tampak belakang.....	52
Gambar 3.21	<i>Quadcopter</i> tampak kiri	53
Gambar 3.22	<i>Quadcopter</i> tampak kanan	53
Gambar 3.23	<i>Quadcopter</i> tampak atas.....	53
Gambar 3.24	Parameter PID pada mission planner	54
Gambar 3.25	grafik sumbu roll ketika P=0.10.....	55
Gambar 3.26	grafik sumbu roll ketika P=0.13.....	55
Gambar 3.27	grafik sumbu roll ketika P=0.15.....	56
Gambar 3.28	grafik sumbu roll ketika P=0.18.....	56
Gambar 3.29	grafik sumbu roll ketika P=0.20.....	57
Gambar 3.30	grafik sumbu roll ketika I=0.10.....	57
Gambar 3.31	grafik sumbu roll ketika I=0.12.....	58

Gambar 3.32 grafik sumbu roll ketika $I=0.14$	58
Gambar 3.33 grafik sumbu roll ketika $I=0.18$	59
Gambar 3.34 grafik sumbu roll ketika $I=0.20$	59
Gambar 3.35 grafik sumbu roll ketika $D=0.004$	60
Gambar 3.36 grafik sumbu roll ketika $D=0.006$	60
Gambar 3.37 grafik sumbu roll ketika $D=0.008$	61
Gambar 3.38 grafik sumbu roll ketika $D=0.010$	61
Gambar 3.39 grafik sumbu roll ketika $D=0.050$	62
Gambar 3.40 grafik sumbu pitch ketika $P=0.10$	63
Gambar 3.41 grafik sumbu pitch ketika $P=0.13$	63
Gambar 3.42 grafik sumbu pitch ketika $P=0.15$	63
Gambar 3.43 grafik sumbu pitch ketika $P=0.18$	64
Gambar 3.44 grafik sumbu pitch ketika $P=0.20$	64
Gambar 3.45 grafik sumbu pitch ketika $I=0.10$	65
Gambar 3.46 grafik sumbu pitch ketika $I=0.13$	65
Gambar 3.47 grafik sumbu pitch ketika $I=0.15$	66
Gambar 3.48 grafik sumbu pitch ketika $I=0.18$	66
Gambar 3.49 grafik sumbu pitch ketika $I=0.20$	66
Gambar 3.50 grafik sumbu pitch ketika $D=0.004$	67
Gambar 3.51 grafik sumbu pitch ketika $D=0.006$	67
Gambar 3.52 grafik sumbu pitch ketika $D=0.008$	68
Gambar 3.53 grafik sumbu pitch ketika $D=0.010$	68
Gambar 3.54 grafik sumbu pitch ketika $D=0.050$	69
Gambar 4.1 Mode auto <i>quadcopter</i>	70
Gambar 4.2a Hasil percobaan <i>waypoint</i> yang ke 1 pada jarak 8,26 meter.....	73
Gambar 4.2bKurva percobaan ke 1 jarak <i>error quadcopter</i> terhadap titik <i>waypoint</i> pada jarak 8,26 meter.....	74
Gambar 4.3aHasil percobaan <i>waypoint</i> yang ke 2 pada jarak 8,26 meter.....	74
Gambar 4.3bKurva percobaan ke 2 jarak <i>error quadcopter</i> terhadap titik <i>waypoint</i> pada jarak 8,26 meter.....	75
Gambar 4.4a Hasil percobaan <i>waypoint</i> yang ke 3 pada jarak 8,26 meter.....	75

Gambar 4.4bKurva percobaan ke 3 jarak <i>error quadcopter</i> terhadap titik <i>waypoint</i> pada jarak 8,26 meter	76
Gambar 4.5a Hasil percobaan <i>waypoint</i> yang ke 4 pada jarak 8,26 meter	76
Gambar 4.5bKurva percobaan ke 4 jarak <i>error quadcopter</i> terhadap titik <i>waypoint</i> pada jarak 8,26 meter	77
Gambar 4.6a Hasil percobaan <i>waypoint</i> yang ke 5 pada jarak 8,26 meter	77
Gambar 4.6bKurva percobaan ke 5 jarak <i>error quadcopter</i> terhadap titik <i>waypoint</i> pada jarak 8,26 meter	78
Gambar 4.7a Hasil percobaan <i>waypoint</i> yang ke 1 pada jarak 10,29 meter	80
Gambar 4.7bKurva percobaan ke 1 jarak <i>error quadcopter</i> terhadap titik <i>waypoint</i> pada jarak 10,29 meter	81
Gambar 4.8a Hasil percobaan <i>waypoint</i> yang ke 2 pada jarak 10,29 meter	81
Gambar 4.8bKurva percobaan ke 2 jarak <i>error quadcopter</i> terhadap titik <i>waypoint</i> pada jarak 10,29 meter	82
Gambar 4.9a Hasil percobaan <i>waypoint</i> yang ke 3 pada jarak 10,29 meter	82
Gambar 4.9bKurva percobaan ke 3 jarak <i>error quadcopter</i> terhadap titik <i>waypoint</i> pada jarak 10,29 meter	83
Gambar 4.10a Hasil percobaan <i>waypoint</i> yang ke 4 pada jarak 10,29 meter	83
Gambar 4.10bKurva percobaan ke 4 jarak <i>error quadcopter</i> terhadap titik <i>waypoint</i> pada jarak 10,29 meter	84
Gambar 4.11a Hasil percobaan <i>waypoint</i> yang ke 5 pada jarak 10,29 meter	84
Gambar 4.11bKurva percobaan ke 5 jarak <i>error quadcopter</i> terhadap titik <i>waypoint</i> pada jarak 10,29 meter	85
Gambar 4.12a Hasil percobaan <i>waypoint</i> yang ke 1 pada jarak 13,99 meter	87
Gambar 4.12bKurva percobaan ke 1 jarak <i>error quadcopter</i> terhadap titik <i>waypoint</i> pada jarak 13,99meter	88
Gambar 4.13a Hasil percobaan <i>waypoint</i> yang ke 2 pada jarak 13,99 meter	88
Gambar 4.13bKurva percobaan ke 2 jarak <i>error quadcopter</i> terhadap titik <i>waypoint</i> pada jarak 13,99meter	89
Gambar 4.14a Hasil percobaan <i>waypoint</i> yang ke 3 pada jarak 13,99 meter	89

Gambar 4.14bKurva percobaan ke 3 jarak <i>error quadcopter</i> terhadap titik <i>waypoint</i> pada jarak 13,99meter	90
Gambar 4.15a Hasil percobaan waypoint yang ke 4 pada jarak 13.99 meter	90
Gambar 4.15bKurva percobaan ke 4 jarak <i>error quadcopter</i> terhadap titik <i>waypoint</i> pada jarak 13,99meter	91
Gambar 4.16a Hasil percobaan waypoint yang ke 5 pada jarak 13.99 meter	91
Gambar 4.16bKurva percobaan ke 5 jarak <i>error quadcopter</i> terhadap titik <i>waypoint</i> pada jarak 13,99meter	92
Gambar 4.17 Bentuk lintasan titik <i>waypoint</i>	94
Gambar 4.18 Bentuk lintasan <i>quadcopter</i> titik <i>waypoint</i>	95
Gambar 4.19 Bentuk lintasan <i>quadcopter</i> titik <i>waypoint</i>	96
Gambar 4.20 Bentuk lintasan <i>quadcopter</i> titik <i>waypoint</i>	97

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 <i>Datasheet AX-2810Q 750KV motor brushless</i>	39
Tabel 3.2 Hubungan <i>port</i> HKPilot mega dengan motor, <i>receiver</i> , modul GPS dan telemetry.....	43
Tabel 4.6 Data jarak simpangan <i>waypoint</i>	78
Tabel 4.7 Besar sudut simpangan arah <i>quadcopter</i> terhadap titik set point <i>waypoint</i>	79
Tabel 4.12 Data jarak simpangan <i>waypoint</i>	85
Tabel 4.13 Besar sudut simpangan arah <i>quadcopter</i> terhadap set point <i>waypoint</i>	86
Tabel 4.20 Data jarak simpangan <i>waypoint</i>	92
Tabel 4.21 Besar sudut simpangan arah <i>quadcopter</i> terhadap set point <i>waypoint</i>	93
Tabel 4.22 Parameter <i>waypoint</i> navigasi	98

DAFTAR PERSAMAAN

	Halaman
Persamaan (4.1) sudut pusat antara dua titik koordinat	72