

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**KESTABILAN *AUTONOMOUS QUADCOPTER* DENGAN
KONTROL PID**

Dipersiapkan dan disusun oleh:
Mochamad Izar Bahroni
160491200026

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, Januari 2018

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Sri Wahyuni., S.Kom., M.T
NIP. 19820527 200812 2 002

Faikul Umam., S.Kom., M.T.
NIP. 19830118 200812 1 001

Penguji 1	<u>Ahmad Sahru R., S.Kom., M.T.</u> NIP. 19840607 200812 1 001	
Penguji 2	<u>Hairil Budiarto.ST.,MT.</u> 19820206 200812 1 001	
Penguji 3	<u>Vivi Tri .W, S.Kom.,MT.</u> 19830807 200812 2 001	

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana

Mengetahui,
Koordinator Tugas Akhir

Disetujui,
Ketua Jurusan

Sri Wahyuni., S.Kom., M.T
NIP. 19820527 200812 2 002

Miftachul Ulum, ST., MT.
NIP. 19760812 200912 1 001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan dengan sesungguhnya bahwa seluruh isi dalam tugas akhir ini menjadi tanggung jawab dan sungguh-sungguh merupakan hasil karya orisinil saya yang tidak melanggar hak cipta orang/badan/pihak lain.

Nama : Mochamad Izar Bahroni
NRP : 160491200026
Judul Tugas Akhir : Kestabilan *Autonomous Quadcopter*
Dengan Kontrol PID
Tanggal :
Tanda Tangan :

LEMBAR PERSEMBAHAN

"Berlomba-Lomba Dalam Kebajikan"

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahnya yang telah memberikan kekuatan, kesehatan, dan kesabaran untuk ku dalam mengerjakan tugas akhir ini.

Ku persembahkan tugas akhir ini untuk kedua orang tua saya. Bapak Miswarto dan Ibu Sunarti, yang selalu memberikan dukungan serta do'a yang tiada henti terucap dari hatinya kepada Allah SWT.

Terima kasih yang tak terhingga untuk bapak ibu dosen program studi S1 Teknik Mekatronika atas ilmu yang diberikan selama ini. Khususnya kepada Ibu Sri Wahyuni dan Bapak Faikul Umam selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing mengerjakan tugas akhir ini.

Teruntuk teman-teman S1 mekatronika semua angkatan yang telah memberikan cerita indah saat saya menjadi mahasiswa.

Jagalah Mechatronics Robotic Team yang telah memberikan identitas yang harum selama ini.

Ku persembahkan mini mahakarya ini kepada mereka yang berjasa dalam penyelesaian tugas akhir ini.

ABSTRAK

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) memiliki banyak kegunaan, diantaranya *aerial footage photography*, *aerial mapping*, kegiatan pemantauan. Teknologi secara *autonomous* merupakan teknologi yang cukup baru. Hal ini mulai merambat pada dunia aeromodeling. Pergerakan dan proses pengambilan keputusan dilakukan secara mandiri oleh sistem. *Quadcopter* merupakan jenis UAV yang menggunakan rotor berjumlah empat buah. Kecepatan setiap rotor mempunyai pengaruh cukup besar dalam melakukan pergerakan. Untuk mendapatkan pergerakan yang stabil dan responsif dibutuhkan perhitungan yang cukup kompleks. Salah satu metode yang cocok untuk mengolah proses kestabilan ialah metode (PID). Metode PID memiliki tiga parameter utama yaitu *Proportional (Kp)*, *Integral (Ki)*, *Derivatif (Kd)*. Proses penentuan konstanta ketiga parameter tersebut bersifat *trial and error* untuk mendapatkan nilai yang optimal. Beban dari *quadcopter* dan kondisi angin disekitar sangat berpengaruh pada pergerakan *quadcopter*. Proses percobaan dilakukan secara manual dan *autonomous (self control)*. *Quadcopter* dapat melakukan proses *arming*, *take off*, *hover*, dan *landing* atas keputusan yang dilakukan oleh sistem. Pemberian nilai konstanta $K_p = 1.3$, $K_i = 0.04$, dan $K_d = 18$ merupakan konstanta yang menghasilkan respon cukup baik.

Kata kunci : UAV, *Quadcopter*, PID, *Autonomous*.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil ‘alamin, penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas rahmat beserta hidayah-Nya kepada kita semua, sholawat serta salam semoga selalu tercurah kehadiran pencerah, penuntun umat manusia dari zaman yang gelap gulita menjadi keadaan terang benderang seperti sekarang yaitu Rasulullah kita Nabi besar Muhammad S.A.W, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir beserta laporannya dengan baik.

Laporan ini merupakan hasil dari kegiatan Tugas Akhir. Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir pada Teknik Mekatronika Universitas Trunojoyo Madura.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan dari pihak lain, berikut penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya dan idola kita semua Nabi besar Muhammad SAW.
2. Orang tua tersayang (Bapak Miswarto dan Ibu Sunarti) yang telah memberikan doa, semangat dan mendukung penulis dalam menjalani hidupnya.
3. Ibu Sri Wahyuni, S.Kom., M.T dan Bapak Faikul Umam, S.Kom.,M.T selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan arahan yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ahmad Sahru Romadhon.S.Kom., M.T , Ibu Vivi Tri W,S.Kom., M.T dan Bapak Hairil Budiarto.S.T., M.T. selaku dosen penguji yang bersedia meluangkan waktunya untuk menguji dan memberikan masukan-masukan yang baik kepada penulis dalam penyusunan laporan.
5. Seluruh Dosen Mekatronika yang telah mengajarkan berbagai macam ilmu dan pengalaman.
6. Teman-teman seperjuangan Teknik Mekatronika angkatan 2016. Semoga kita semua sukses dan dapat menggapai cita-cita masing-masing.
7. Teman-teman MRT (*Mechatronics Robotic Team*) yang mengajarkan indahnya berbagi ilmu, susah senang event robot bersama.
8. Dan masih banyak pihak lain yang tak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis sadar bahwa laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Saran dan kritik dari semua pihak sangat penulis harapkan. Mudah-mudahan laporan Tugas Akhir ini dapat berguna untuk proses pembelajaran bagi penulis dan teman-teman mahasiswa Teknik Mekatronika lainnya. Semoga Allah SWT selalu memberikan rahmat, hidayah serta perlindungan-Nya kepada kita semua. Aamiin....

Bangkalan, Februari 2018

Mochamad Izar Bahroni

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR ISTILAH	xvii
BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1. Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2. Perumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3. Tujuan dan Manfaat	Error! Bookmark not defined.
1.4. Batasan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.5. Metodologi	Error! Bookmark not defined.
1.6. Sistematika	Error! Bookmark not defined.
1.7. Ruang Lingkup	Error! Bookmark not defined.
BAB II TEORI PENUNJANG	Error! Bookmark not defined.
2.1. Penelitian Pendukung	Error! Bookmark not defined.
2.2. Teori Dasar	Error! Bookmark not defined.
2.2.1. Metode PID	Error! Bookmark not defined.
2.2.2. <i>Electronics Speed Control (ESC)</i>	Error! Bookmark not defined.
2.2.3. <i>Motor Brushless</i>	Error! Bookmark not defined.
2.2.4. <i>Radio control 2.4Ghz</i>	Error! Bookmark not defined.
2.2.5. <i>Mikrokontroler</i>	Error! Bookmark not defined.
2.2.6. <i>Bluetooth HC-05</i>	Error! Bookmark not defined.
BAB III PERANCANGAN SISTEM	Error! Bookmark not defined.
3.1. Diagram Blok Sistem	Error! Bookmark not defined.
3.2. <i>Flowchart</i>	Error! Bookmark not defined.
3.2.1. <i>Flowchart Autonomous</i>	Error! Bookmark not defined.
3.2.2. <i>Flowchart Calibration</i>	Error! Bookmark not defined.
3.2.3. <i>Flowchart Take off</i>	Error! Bookmark not defined.
3.2.4. <i>Flowchart Hover</i>	Error! Bookmark not defined.
3.2.5. <i>Flowchart Landing</i>	Error! Bookmark not defined.
3.3. Konsep Pergerakan <i>Quadcopter</i>	Error! Bookmark not defined.
3.4. Proses Tuning	Error! Bookmark not defined.

3.5.	Alur Percobaan.....	Error! Bookmark not defined.
3.6.	Rangkaian Elektronika Sistem .	Error! Bookmark not defined.
3.6.1.	Rangkaian Elektronika <i>Quadcopter</i> ..	Error! Bookmark not defined.
3.6.2.	Rangkaian Elektronika <i>Ground Station</i> ...	Error! Bookmark not defined.
3.7.	Desain Mekanik	Error! Bookmark not defined.
3.7.1.	Desain Mekanik <i>Quadcopter</i>	Error! Bookmark not defined.
3.7.2.	Desain Mekanik <i>Ground station</i>	Error! Bookmark not defined.
3.8.	Desain Pemrograman	Error! Bookmark not defined.
3.9.	Simulasi Perhitungan	Error! Bookmark not defined.
BAB IV IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM.....		Error!
Bookmark not defined.		
4.1.	Spesifikasi Pengujian <i>Quadcopter</i>	Error! Bookmark not defined.
4.2.	PCB Rangkaian Elektronika	Error! Bookmark not defined.
4.3.	Pembacaan Nilai Pwm <i>Receiver</i> Dengan Arduino.....	Error! Bookmark not defined.
4.4.	Pengujian Komunikasi <i>Bluetooth</i>	Error! Bookmark not defined.
4.4.1.	Konfigurasi <i>Bluetooth</i> HC-05	Error! Bookmark not defined.
4.4.2.	Pengujian Komunikasi Dengan <i>Push button</i>	Error! Bookmark not defined.
4.4.3.	Pengujian Jarak Komunikasi <i>Bluetooth</i> ...	Error! Bookmark not defined.
4.5.	Pengujian Kalibrasi <i>Electronics Speed Control</i> (ESC)....	Error! Bookmark not defined.
4.6.	Pengujian Sensor GY-87 dan GY-521	Error! Bookmark not defined.
4.6.1.	Pengujian Sudut <i>Pitch</i> dan <i>Roll</i>	Error! Bookmark not defined.
4.7.	Pengujian Daya Angkat Motor (<i>Thrust</i>) .	Error! Bookmark not defined.
4.8.	Pengujian Metode PID	Error! Bookmark not defined.
4.9.	Mode Terbang	Error! Bookmark not defined.
4.9.1.	<i>Autonomous Mode</i>	Error! Bookmark not defined.

4.9.2. Manual Mode	Error! Bookmark not defined.
4.10. Tampilan Interface	Error! Bookmark not defined.
4.11. Pengujian Perpindahan Posisi <i>Quadcopter</i> ...	Error! Bookmark not defined.
not defined.	
BAB V PENUTUP.....	Error! Bookmark not defined.
5.1. Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
5.2. Saran	Error! Bookmark not defined.
Daftar Pustaka	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram kontroler <i>proportional</i>	8
Gambar 2.2	Diagram kontroler <i>Integral</i>	9
Gambar 2.3	Diagram kontroler <i>Derivative</i>	10
Gambar 2.4	<i>Electronics Speed Control</i>	11
Gambar 2.5	Motor <i>Brushless</i>	12
Gambar 2.6	<i>Radio Control</i> 2,4 Ghz.....	13
Gambar 2.7	Arduino Mega 2560.....	13
Gambar 2.8	Arduino Nano V3.	15
Gambar 3.1	Diagram Blok Sistem.....	17
Gambar 3.2	<i>Flowchart Autonomous</i>	19
Gambar 3.3	<i>Flowchart Calibration</i>	21
Gambar 3.4	<i>Flowchart Take Off</i>	22
Gambar 3.5	<i>Flowchart Hover</i>	22
Gambar 3.6	<i>Flowchart Landing</i>	23
Gambar 3.7	Konsep Pergerakan <i>Quadcopter</i>	24
Gambar 3.8	Pergerakan <i>Auto Take off</i>	25
Gambar 3.9	Pergerakan <i>Hover</i>	27
Gambar 3.10	Pergerakan <i>Auto Landing</i>	27
Gambar 3.11	Komponen Elektronika <i>Quadcopter</i>	28
Gambar 3.12	Komponen Elektronika <i>Ground Station</i>	29
Gambar 3.13	Desain <i>Quadcopter</i>	31
Gambar 3.14	Desain <i>Quadcopter</i>	31
Gambar 3.15	Kotak <i>Ground Station</i>	32
Gambar 3.16	<i>Software Sketch</i>	33
Gambar 3.17	Tampilan <i>Software Visual Studio</i>	33
Gambar 3.18	Skema PID secara sederhana	36
Gambar 3.19	Ilustrasi Kemiringan	36
Gambar 3.20	Ilustrasi perputaran motor <i>brushless</i> kondisi 1.	41
Gambar 3.21	Ilustrasi perputaran motor <i>brushless</i> kondisi 1.	44
Gambar 4.1	<i>Print out layout PCB</i>	45
Gambar 4.2	Hasil pencetakan PCB	47
Gambar 4.3	Rangkaian Elektronika yang Telah Terpasang	47
Gambar 4.4	Skema rangkaian pengaturan konfigurasi.....	49
Gambar 4.5	Konfigurasi <i>bluetooth</i>	49
Gambar 4.6	Skema Rangkaian pada saat digunakan	50
Gambar 4.7	Pengujian bluetooth dengan <i>push button</i>	50
Gambar 4.8	<i>Push button</i> sebagai masukan	51

Gambar 4.9	Pembacaan <i>push button</i> pada serial monitor.....	52
Gambar 4.10	Pengujian jarak komunikasi <i>bluetooth</i>	52
Gambar 4.11	Penyambungan kabel 3 <i>phase</i>	53
Gambar 4.12	Koneksi kabel kontrol.....	54
Gambar 4.13	Stick thro	54
Gambar 4.14	Kabel <i>power battery</i> dan board.....	55
Gambar 4.15	Pembacaan data sensor GY-87	56
Gambar 4.16	Pembacaan ketinggian	56
Gambar 4.17	Pengukuran sudut menggunakan busur	57
Gambar 4.18	Pengujian daya angkat motor <i>brushless</i>	58
Gambar 4.19	Grafik daya angkat motor dengan <i>propeller</i> 9450...59	59
Gambar 4.20	Grafik daya angkat motor dengan <i>propeller</i> 1045...60	60
Gambar 4.21	Kotak pengujian berbahan alumunium	61
Gambar 4.22	Garfik $K_p = 0.5$, $K_i = 0$, $K_d = 0$	62
Gambar 4.23	Grafik $K_p = 1$, $K_i = 0$, $K_d = 0$	63
Gambar 4.24	Grafik $K_p = 1$, $K_i = 0$, $K_d = 2$	64
Gambar 4.25	Grafik $K_p = 1.3$, $K_i = 0.04$, $K_d = 5$	65
Gambar 4.26	Grafik $K_p = 1.3$, $K_i = 0.04$, $K_d = 18$	66
Gambar 4.27	Saklar Kendali	67
Gambar 4.28	Informasi bluetooth belum tersambung	68
Gambar 4.29	Informasi Ketinggian pada <i>Ground Station</i>	68
Gambar 4.30	Proses <i>Arming</i>	69
Gambar 4.31	Proses <i>Take Off</i>	69
Gambar 4.32	Proses <i>Hover</i>	70
Gambar 4.33	Proses <i>Landing</i>	70
Gambar 4.34	Proses Manual Mode	71
Gambar 4.35	<i>Interface</i> pada <i>Ground Station</i>	71
Gambar 4.36	<i>Interface</i> pada <i>personal computer</i>	72
Gambar 4.37	Penyimpanan data terbang pada notepad.....	73
Gambar 4.38	Perpindahan Posisi <i>Propeller</i> 9450 10 detik.....	73
Gambar 4.39	Perpindahan Posisi <i>Propeller</i> 9450 20 detik.....	74
Gambar 4.40	Perpindahan Posisi <i>Propeller</i> 9450 30 detik.....	74
Gambar 4.41	Perpindahan Posisi <i>Propeller</i> 1045 10 detik.....	75
Gambar 4.42	Perpindahan Posisi <i>Propeller</i> 1045 20 detik.....	76
Gambar 4.43	Perpindahan Posisi <i>Propeller</i> 1045 30 detik.....	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi Arduino Mega 2560	14
Tabel 2.2	Spesifikasi Arduino Nano V3.....	15
Tabel 4.1	Spesifikasi Pengujian <i>Quadcopter</i>	45
Tabel 4.2	<i>Source Code</i> Pembacaan <i>Receiver</i>	48
Tabel 4.3	Data Pembacaan <i>Receiver</i>	48
Tabel 4.4	<i>Source Code</i> <i>Push button</i>	51
Tabel 4.5	<i>Source Code</i> Pembacaan Data <i>Bluetooth</i>	51
Tabel 4.6	Data Pengujian Jangkauan.....	52
Tabel 4.7	Pengujian sudut pada sumbu <i>pitch</i>	57
Tabel 4.8	Pengujian sudut pada sumbu <i>roll</i>	58
Tabel 4.9	Data Daya Angkat Motor <i>Brushless Propeller</i> 9450..	60
Tabel 4.10	Data Daya Angkat Motor <i>Brushless Propeller</i> 1045..	61
Tabel 4.11	Sampel Pembacaan Data Kemiringan	62
Tabel 4.12	Sampel Pembacaan Data Kemiringan	63
Tabel 4.13	Sampel Pembacaan Data Kemiringan	64
Tabel 4.14	Sampel Pembacaan Data Kemiringan	65
Tabel 4.15	Sampel Pembacaan Data Kemiringan	66
Tabel 4.16	<i>Source Code</i> Pembacaan Button	67

DAFTAR ISTILAH

Arming	Proses menghidupkan rotor dengan kecepatan rendah
Take Off	Proses lepas landas <i>quadcopter</i>
Hover	Proses menjaga ketinggian <i>quadcopter</i>
Landing	Proses pendaratan <i>quadcopter</i>
Throttle	Kecepatan perputaran rotor
<i>Pitch</i>	Gerakan <i>quadcopter</i> untuk kedepat atau kebelakang
<i>Roll</i>	Gerakan <i>quadcopter</i> untuk kekanan atau kekiri
<i>Yaw</i>	Gerakan berputar <i>quadcopter</i> untuk kekanan atau kekiri
Thrust	Kekuatan daya angkat <i>quadcopter</i>
Propeller	Baling-baling <i>quadcopter</i>
PID	Metode <i>Proportional</i> , <i>Integral</i> , dan <i>Derivative</i>
UAV	<i>Unmanned Aerial Vehicle</i>
Kp	Konstanta <i>Proportional</i>
Ki	Konstanta <i>Integral</i>
Kd	Konstanta <i>Derivative</i>
COG	<i>Center of gravity</i>
Transmitter	Perangkat pengirim sinyal
Receiver	Perangkat penerima sinyal
Autonomous	Pergerakan secara otomatis
Gyro	Sensor kemiringan pada <i>quadcopter</i>
Interface	Media monitoring aktivitas <i>q</i>

