



**PENGENDALIAN PESAWAT NIRAWAK MENGGUNAKAN  
LOGARITMA FUZZY ADAPTIF DILENGKAPI DENGAN TELEMETRI  
PENGIRIMAN DATA SENSOR KELEMBABAN UDARA**

**SKRIPSI**

Oleh

**Budi Setiawan**

**NIM 101910201015**

**PROGRAM STUDI STRATA SATU (S1)  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2014**



**PENGENDALIAN PESAWAT NIRAWAK MENGGUNAKAN  
LOGARITMA FUZZY ADAPTIF DILENGKAPI DENGAN TELEMETRI  
PENGIRIMAN DATA SENSOR KELEMBABAN UDARA**

**SKRIPSI**

**Diajukan guna untuk melengkapi skripsi dan memenuhi syarat-syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)  
dan guna mencapai gelar Sarjana Teknik**

Oleh

**Budi Setiawan**

**NIM 101910201015**

**PROGRAM STUDI STRATA SATU (S1)  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2014**

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan limpahan nikmat yang sangat luar biasa kepada penulis dan tidak lupa juga sholawat kepada Nabi besar Muhammad SAW yang telah membawa kita semua menuju peradaban manusia yang lebih baik. Skripsi bagi saya adalah salah satu fase kehidupan dimana saya berada di titik terendah dengan berbagai cobaan hidup sehingga butuh banyak dukungan agar saya mampu bangkit dan akhirnya menyelesaikannya. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati penulis mempersembahkan karya tulis ini untuk :

1. Kedua orang tuaku, Ibunda Sri Junaidah dan Ayahanda Asmadi yang selalu mendo'akan dan selalu mendukung baik moral maupun materiil.
2. Kakakku Sri Rahayu yang selalu menjadi motivasi penulis selalu mendo'akan agar sukses selalu.
3. Semua Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah membimbing dan memberikan ilmu. Terutama Bapak Agung Prawira Negara, S.T., M.T selaku DPU , Bambang Supeno, S.T., M.T selaku DPA dan Satryo Budi Utomo, S.T., M.T yang telah meluangkan waktu dan pikirannya serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesainya skripsi ini.
4. Pendamping Hidupku Dayya Rotul Laili yang selalu memberikan semangat dan mendo'akan agar sukses selalu.
5. Seluruh Guru-guruku dari TK, SD, MI, SMP, SMA dan Guru Mengaji yang telah membimbing dengan sabar dan memberikan ilmu.
6. Teman-teman teknik, khususnya Teknik Elektro angkatan 2010.
7. Teman-teman para penghuni Laboratorium Jaringan Komputer.
8. Teman-teman UKM ROBOTIKA dan Seluruh Pengurus HME Periode 2011-2015.
9. Teman-teman para penghuni kosan pak Pono.
10. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

## MOTTO

*“Logika membawamu dari A ke B  
Sedang imajinasi akan mengantarmu kemana saja.”  
(Albert Einstein)*

*"Manusia tidak merancang untuk gagal, mereka gagal untuk merancang."  
(William J. Siegel)*

*“Kebanyakan dari kita tidak mensyukuri apa yang sudah kita miliki, tetapi kita  
selalu menyesali apa yang belum kita capai.”  
(Schopenhauer )*

*"Kebanggaan kita yang terbesar adalah bukan tidak pernah gagal, tetapi  
bangkit kembali setiap kali kita jatuh."  
(Confusius)*

*“Nikmati setiap proses tahap demi tahap dalam menjalani hidup”  
(Dayya Rotul Laili)*

*“Carilah apa yang tidak kamu ketahui untuk kamu ketahui.”  
(Dayya Rotul Laili)*

*“Seng Penting Wani Disek.”  
(Teknik Elektro 2010)*

*“Jangan tunda sampai besok apa yang bisa engkau kerjakan hari ini.”  
(Budi Setiawan)*

## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

nama : Budi Setiawan

NIM : 101910201015

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah dengan judul “Pengendalian Pesawat Nirawak Menggunakan Logaritma Fuzzy Adaptif Dilengkapi Dengan Telemetry Pengiriman Data Sensor Kelembaban Udara” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan tersebut tidak benar.

Jember, 22 Desember 2014

Yang menyatakan,

(Budi Setiawan)

NIM 101910201015

# **SKRIPSI**

## **PENGENDALIAN PESAWAT NIRAWAK MENGGUNAKAN LOGARITMA FUZZY ADAPTIF DILENGKAPI DENGAN TELEMETRI PENGIRIMAN DATA SENSOR KELEMBABAN UDARA**

Oleh

Budi Setiawan

NIM 101910201015

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Agung Prawira Negara, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Bambang Supeno, S.T., M.T.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengendalian Pesawat Nirawak Menggunakan Logaritma Fuzzy Adaptif Dilengkapi Dengan Telemetri Pengiriman Data Sensor Kelembaban Udara” telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal : Senin, 22 Desember 2014

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

M Agung Prawira N, S.T., M.T.

19871217 201212 1 003

Bambang Supeno, S.T., M.T.

19690630 199512 1 001

Penguji I,

Penguji II,

Sumardi, S.T., M.T.

19670113 199802 1 001

Satryo Budi Utomo, S.T., M.T.

19850126 200801 1 002

Mengesahkan,

Dekan

Ir. Widyono Hadi, M.T.

19610414 198902 1 001

Pengendalian Pesawat Nirawak Menggunakan Logaritma Fuzzy Adaptif  
Dilengkapi Dengan Telemetry Pengiriman Data Sensor Kelembaban Udara

Budi Setiawan

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik , Universitas Jember

**ABSTRAK**

Sistem keseimbangan dan sistem *hover* ( berhenti di udara pada jarak tertentu ) pada sebuah pesawat nirawak sangatlah penting. Penambahan sensor MPU6050 untuk pendukung sistem keseimbangan dan sensor HC-SR04 untuk pendukung sistem *hover* menjadi sensor utama pada proses pengendaliannya. Sensor pelengkap untuk pesawat nirawak ini berupa sensor DHT11 untuk melihat tingkat kelembaban di udara. Pada penelitian ini, pesawat nirawak akan *take off* kemudian *hover* pada jarak 1,5 meter di udara diukur dari permukaan tanah. Metode fuzzy adaptif ditanamkan pada sistem pengendaliannya guna untuk mempercepat pencapaian *setpoint*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, pesawat nirawak dapat mencapai *setpoint* pada menit ke 4 dan detik ke 40 setelah pengaktifan pesawat. Didapatkan juga data hasil Error persen terbesar pada sensor HC-SR04 yaitu sebesar 2,34% pada jarak 200cm. Error persen terbesar pada MPU6050 adalah 4.4% pada derajat ke 45 sedangkan untuk error persen rata-rata pada DHT-11 adalah 10.4%.

**Kata kunci** : Keseimbangan, *Hover*, *Fuzzy Adaptive*



*Drone Control Using Fuzzy Adaptive Logarithmic Telemetry Equipped  
With Air Humidity Sensor Data Delivery*

Budi Setiawan

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik , Universitas Jember

***ABSTRACT***

*Balance system and hover system (stop in the air at a certain distance) on a drone is very important. The addition of sensors to support system MPU6050 balance and HC-SR04 sensor systems to support the hover into the main sensor in the control process. Sensor drone complement to this form DHT11 sensor to see the level of humidity in the air. in this resaerch, the drone will take off and then hover in the air the distance of 1.5 meters measured from the ground. Adaptive fuzzy control system Method embedded in order to accelerate the achievement of the setpoint. The results showed that, drone can reach the setpoint in the 4th minute and 40 seconds after activation to the plane. obtained also results in the largest percent error-SR04 HC sensor is equal to 2.34% at a distance of 200cm. Most serious error percent on MPU6050 was 4.4% in the degrees to 45 percent while the average error in the DHT-11 was 10.4%.*

*Keywords: Balance, Hover, Fuzzy Adaptive*

## RINGKASAN

**Pengendalian Pesawat Nirawak Menggunakan Logaritma Fuzzy Adaptif Dilengkapi Dengan Telemetri Pengiriman Data Sensor Kelembaban Udara;**  
Budi Setiawan, 101910201015; 2014: 46 Halaman; Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Jember.

Sistem keseimbangan pesawat nirawak merupakan sebuah sistem dimana pesawat nirawak dapat mempertahankan kondisi  $0^\circ$  derajat antara sayap bagian kanan dan sayap bagian kiri. Sedangkan untuk sistem *hover* merupakan sistem dimana pesawat dapat mempertahankan posisi di udara pada jarak tertentu. Untuk dapat melakukan kedua hal tersebut diperlukan beberapa sensor dan sebuah sistem kontrol.

Sensor-sensor yang dapat mendukung sistem keseimbangan dan *hover* seperti, sensor MPU6050 digunakan untuk mengetahui kondisi kemiringan pesawat nirawak. Sensor HC-SR04 untuk mengetahui kondisi antara jarak pesawat nirawak dengan permukaan tanah. Kemudian sebuah kontrol fuzzy adaptif ditanamkan agar bisa mencapai kondisi keseimbangan dan sistem *hover* dengan cepat. Sistem fuzzy adaptif merupakan sebuah sistem yang terdiri dari fuzzyfikasi, membersip function, *rule* dan defuzzyfikasi serta ditambahkan sebuah sistem pembelajaran untuk dapat mempercepat ke kondisi *setpoint* yaitu pada kondisi 150cm dari permukaan tanah dan  $0^\circ$  derajat.

Hasil pembacaan dari kedua sensor tersebut yang terdapat pada pesawat nirawak akan dikirim melalui telemetri radio 915MHz menuju komputer. Pada komputer dibuat sebuah GUI(*Graphic user Interface*) untuk memantau kondisi pesawat. Kemudian dengan menggunakan kontrol fuzzy adaptif yang terdapat pada komputer, Hasil keluaran kontrol fuzzy adaptif dikirim menuju arduino pada remot control menggunakan komunikasi serial.

Pada penelitian ini didapatkan pesawat nirawak dapat mencapai *setpoint* selama 280 detik atau 4 menit 40 detik. Jika dibandingkan dengan tanpa

menggunakan metode, pesawat nirawak tidak dapat mencapai *setpoint* hingga waktu terbang pesawat nirawak habis yaitu selama 480 detik atau 8 menit.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia- Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengendalian Pesawat Nirawak Menggunakan Logaritma Fuzzy Adaptif Dilengkapi Dengan Telemetry Pengiriman Data Sensor Kelembaban Udara”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember dan mencapai gelar sarjana teknik pada Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, yang telah memberikan karunia kehidupan sehingga dapat terselesaikan tulisan ini.
2. Bapak Ir. Widyono Hadi, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Bapak Sumardi, S.T., M.T., Selaku ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Jember.
4. Agung Prawira Negara, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) yang senantiasa mencurahkan segenap waktunya dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bambang Supeno, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA) yang senantiasa mencurahkan segenap waktunya dalam penyusunan skripsi ini.
6. Suprihadi, S.T.,M.T, selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Seluruh Dosen Teknik Elektro Universitas Jember yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu, terima kasih atas bimbingan yang telah diberikan.
8. Kedua orang tuaku, Ibunda Sri Junaidah dan Ayahanda Asmadi yang selalu mendo’akan dan selalu mendukung baik moral maupun materiil.
9. Kakakku Sri Rahayu yang selalu menjadi motivasi penulis selalu mendo’akan agar sukses selalu

10. Pendamping Hidupku Dayya Rotul Laili yang selalu memberikan semangat dan mendo'akan agar sukses selalu.
11. Teman-teman penghuni Laboratorium Jaringan Komputer yang telah membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
12. Keluarga Besar Kosan pak Pono yang telah memberikan berbagai pengalaman yang tak ternilai harganya.
13. Semua teman-teman teknik elektro 2010 dengan mottonya “ Seng Penting Wani Disik” atas semangat, dukungan, dan motivasi, serta memberikan warna di sini.
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Jember, 23 Desember 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>ix</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xviii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>2.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>2.2 Rumusan Masalah</b> .....	<b>2</b>
<b>2.3 Tujuan</b> .....	<b>2</b>
<b>2.4 Batasan Masalah</b> .....	<b>2</b>
<b>2.5 Manfaat</b> .....	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1 Studi Penelitian Terdahulu</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2 Metode Fuzzy adaptif</b> .....	<b>4</b>
2.2.1 <b>Himpunan Fuzzy</b> .....	<b>4</b>
2.2.2 <b>Fungsi Keanggotaan</b> .....	<b>5</b>
2.2.3 <b>Konfigurasi Dasar Kendali Logika Fuzzy</b> .....	<b>6</b>
<b>2.3 Sistem Terbang <i>Quadcopter</i></b> .....	<b>6</b>
<b>2.4 Sensor</b> .....	<b>7</b>
2.4.1 <b>Sensor HC-SR04</b> .....	<b>8</b>
2.4.2 <b>Sensor <i>MPU6050</i></b> .....	<b>10</b>
2.4.3 <b>Sensor <i>HMC5883L</i></b> .....	<b>11</b>

2.4.4 Sensor DHT-11.....	12
2.5 Arduino ProMini.....	14
2.6 Telemetri Radio Frekuensi.....	14
2.7 <i>Software</i> Visual Studio 2010.....	15
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
3.1 Jadwal Penelitian .....	17
3.2 Tahap Perencanaan .....	17
3.3 Hasil desain mekanik Pesawat Nirawak .....	18
3.4 Aplikasi GUI.....	20
3.5 Blog Diagram <i>System</i> dan Kontrol.....	21
3.6 Algoritma <i>Fuzzy adaptive</i> .....	22
3.7 <i>Flowchart system</i> kerja alat keseluruhan.....	27
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
4.1 Pengujian Sensor HC-SR04 .....	30
4.2 Pengujian Sensor HMC5883L .....	32
4.3 Pengujian Sensor MPU6050 .....	33
4.4 Pengujian Sensor DHT11 .....	34
4.5 Pengujian Motor Servo .....	37
4.6 Pengujian <i>Telemetry</i> .....	38
4.7 Pengujian Alat Keseluruhan.....	39
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>45</b>
5.1 Kesimpulan .....	45
5.2 Saran .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>46</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>47</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Data hasil pengujian sensor HC-SR04.....	30
4.2 Data hasil pengujian sensor HMC5883L.....	32
4.3 Data kalibrasi sensor HMC5883L.....	32
4.4 Data hasil pengujian sensor MPU6050 antara sumbu <i>pitch</i> .....	33
4.5 Data hasil pengujian sensor MPU6050 antara sumbu <i>roll</i> .....	34
4.6 Data hasil pengujian sensor DHT11 .....	36
4.7 Data hasil pengujian pwm servo .....	37
4.8 Data hasil pengujian serial dari pesawat nirawak ke laptop .....	38
4.9 Data hasil Pengujian respon pencapaian <i>setpoint</i> ketinggian tanpa dan menggunakan Fuzzy adaptif .....	40
4.10 Data hasil Pengujian respon pencapaian <i>setpoint Pitch</i> tanpa dan menggunakan Fuzzy adaptif .....	41
4.11 Data Hasil Pengujian respon pencapaian <i>setpoint Roll</i> tanpa menggunakan Fuzzy adaptif .....	42
4.12 Data hasil pengujian respon ketinggian dengan kontrol Fuzzy adaptif Setelah mendapatkan gangguan .....	43



## DAFTAR GAMBAR

Halaman	
2.1 Himpunan Fuzzy dan Fungsi Keanggotaan .....	5
2.2 Fungsi keanggotaan masukkan fuzzy .....	5
2.3 Konfigurasi dasar kendali logika fuzzy.....	6
2.4 Cara terbang <i>Quadcopter</i> .....	7
2.5 Sistem pemancar dan penerimaan gelombang ultrasonik .....	8
2.6 Skematik Receiver dan Transmitter dari Sensor Ping Parallax.....	10
2.7 Sensor MPU6050 .....	11
2.8 Sensor Kompas HMC58831 .....	12
2.9 Sensor DHT11 Kelembaban Udara.....	13
2.10 Skematik Arduino Promini .....	14
2.11 <i>Telemetry</i> Radio Frekuensi 915 MHz .....	15
2.12 Tampilan dinding kerja Microsoft Visual Studio C# 2010 Ultimate.....	16
3.1 Blok Diagram Tahap Perencanaan.....	18
3.2 Perancangan Tata peletakan kontrol pada pesawat nirawak tampak atas ...	19
3.3 Perancangan Tata peletakan kontrol pada pesawat nirawak tampak depan	19
3.4 Hasil pembuatan pesawat nirawak tampak atas .....	20
3.5 Hasil pembuatan pesawat nirawak tampak samping.....	20
3.6 Tampilan GUI ( <i>Grafik Ussee Interface</i> ) .....	21
3.7 Blok diagram pengendalian pesawat nirawak menggunakan algoritma fuzzy adaptif.....	22
3.8 Sistem pengendalian pesawat nirawak menggunakan algoritma <i>fuzzy adaptif</i> .....	23
3.9 Fuzzyfikasi <i>Input Error</i> Ketinggian.....	23
3.10 Fuzzyfikasi <i>Input Delta Error</i> Ketinggian.....	23
3.11 Fuzzyfikasi <i>Output</i> servo 1 .....	24
3.12 Fuzzyfikasi <i>Input Error Pitch</i> .....	24
3.13 Fuzzyfikasi <i>Input Delta Error Pitch</i> .....	24
3.14 Fuzzyfikasi <i>Output</i> servo 2 .....	25
3.15 Fuzzyfikasi <i>Input Error Roll</i> .....	25

3.16 Fuzzyfikasi <i>Input Delta Error Roll</i> .....	25
3.17 Fuzzyfikasi <i>Output servo 3</i> .....	26
3.18 <i>Flowchart</i> Sistem kontrol Kestabilan dan <i>hover</i> Pesawat nirawak.....	28
3.19 <i>Flowchart</i> Sistem pengiriman data secara <i>real time</i> oleh Pesawat nirawak.....	29
4.1 Grafik hubungan sensor HC-SR04 terhadap Penggaris .....	31
4.2 Hasil pembacaan pada GUI.....	31
4.3 Grafik Hubungan antara Sensor dengan Busur pada <i>pitch</i> .....	33
4.4 Grafik Hubungan antara Sensor dengan Busur pada <i>roll</i> .....	34
4.5 Grafik hubungan kelembaban dengan waktu saat pukul 12.00 PM.....	35
4.6 Grafik hubungan kelembaban dengan waktu saat pukul 12.00 AM .....	35
4.7 Hasil Pembacaan pada GUI .....	36
4.8 Grafik Hubungan PWM Servo dengan Busur.....	37
4.9 Grafik Hubungan antara Ketinggian dengan waktu tanpa menggunakan Fuzzy adaptif.....	39
4.10 Grafik Hubungan antara <i>Pitch</i> dengan Waktu tanpa menggunakan Fuzzy adaptif .....	40
4.11 Grafik Hubungan antara <i>Roll</i> dengan Waktu tanpa menggunakan Fuzzy adaptif .....	41
4.12 Grafik hubungan antara Ketinggian terhadap waktu setelah mendapatkan Gangguan.....	43

## DAFTAR LAMPIRAN

Halaman	
A. Program arduino pada pesawat nirawak.....	47
B. Program arduino pada remot kontrol.....	54
C. Program pada Microsoft visual studio 2010.....	58