

**SISTEM KENDALI TAKE-OFF QUADCOPTER AR.DRONE
MENGUNAKAN LOGIKA FUZZY**

SKRIPSI

KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

Fajar Miftakhul Ula

NIM: 13515030111112



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018

PENGESAHAN

Sistem Kendali *Take-Off Quadcopter Ar.Drone*
Menggunakan Logika *Fuzzy*

SKRIPSI

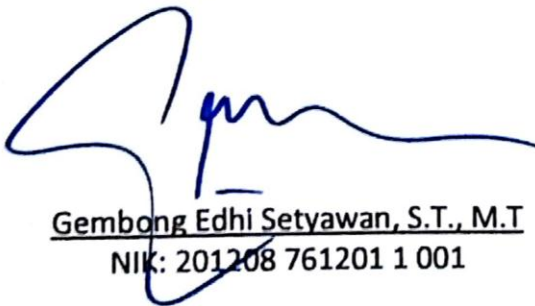
KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :
Fajar Miftakhul Ula
NIM: 135150301111112


Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I



Gembong Edhi Setyawan, S.T., M.T
NIK: 201208 761201 1 001

Dosen Pembimbing II



Rizal Maulana, S.T., M.T., M.Sc
NIK: 201607 891009 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Tri Astoto Nugroho, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 19710518 200312 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini terbukti terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 5 Januari 2018

Fajar Miftakhul Ula

NIM: 135150301111112

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul "*Sistem Kendali Take-off Quadcopter Ar.Drone Menggunakan Logika Fuzzy*" dengan baik.

Dalam penyusunan dan penelitian skripsi ini tidak lepas dari bantuan moral dan materiil yang diberikan dari berbagai pihak, maka peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Gembong Edhi Setyawan, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing satu yang telah memberikan ilmu, saran, dan penjelasan pada penulis.
2. Bapak Rizal Maulana, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing dua yang telah memberikan ilmu, saran, penjelasan motivasi, serta membantu dalam penyusunan laporan penulis.
3. Bapak Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si, M.T, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang.
4. Bapak Heru Nurwarsito, Ir., M.Kom. selaku Wakil Ketua I Bidang Akademik Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang.
5. Bapak Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Brawijaya Malang.
6. Bapak Sabriansyah Rizqika Akbar, S.T, M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Komputer Universitas Brawijaya Malang.
7. Seluruh civitas akademika Informatika Universitas Brawijaya dan teman-teman Teknik Komputer Angkatan 2013 yang telah banyak memberi bantuan dan dukungan selama peneliti menempuh studi di Teknik Komputer Universitas Brawijaya dan selama penyelesaian skripsi ini.
8. Bapak Hosairi dan Ibu Yuli Astuti selaku orang tua penulis, Ulan Wijayanti sebagai tunangan penulis, Aulia Fajar Arofatul Laili sebagai adik penulis, serta seluruh keluarga besar yang selalu memberi dukungan dan do'a agar penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar.
9. Dimas Angger, Faviansyah Arianda Pallas, Yusril Dewantara, Andyan Bina, Ahmad Baichuni, Amroy Casro, Latief, Syarif Hidayatullah, Faisal Lubis, Ayang Setiyo Putri, serta seluruh kawan seperjuangan skripsi *quadcopter* dan anggota grup skripsi *refresh* yang telah memberikan do'a serta dukungan selama proses pengerjaan skripsi ini.

10. Seluruh pihak yang tidak dapat diucapkan satu persatu, peneliti mengucapkan banyak terima kasih atas segala bentuk dukungan dan doa sehingga laporan skripsi ini dapat terselesaikan.

Peneliti menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna dan masih memiliki berbagai macam kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun, agar ke depannya penulis dapat menjadi lebih baik lagi. Semoga laporan skripsi ini dapat memberi manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan di kemudian hari.

Malang, 5 Januari 2018

Penulis

fajarmiftakhulula@gmail.com

ABSTRAK

Fajar Miftakhul Ula, Sistem Kendali *Take-off Quadcopter AR Drone* Menggunakan Logika *Fuzzy*.

Pembimbing: Gembong Edhi Setyawan, S.T., M.T dan Rizal Maulana, S.T., M.T., M.Sc

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) atau yang biasa kita kenal dengan pesawat tanpa awak merupakan salah satu jenis robot penjelajah udara yang saat ini sedang mengalami perkembangan yang pesat. Salah satu jenis dari UAV adalah *quadcopter*, *quadcopter* adalah salah satu jenis robot udara yang memiliki 4 buah motor sebagai penggerak baling-baling. Dalam pembuatan *quadcopter* mengalami banyak permasalahan salah satunya adalah kebutuhan akan pilot berpengalaman sangat diperlukan dalam menerbangkan *quadcopter* menggunakan remot khususnya dalam melakukan proses *take-off* mengingat *take-off* pada *quadcopter* merupakan fase yang mutlak harus dijaga kestabilannya. Oleh karena itu, diperlukan adanya sistem *autopilot* yang dapat mengendalikan proses *take-off* dengan baik. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dibuatlah penelitian tentang sistem kendali *take-off quadcopter* menggunakan logika *fuzzy* dengan menggunakan *rule 7x7* dimana terdapat dua *input* yang digunakan yaitu percepatan serta perubahan percepatan, sedangkan *output* yang dihasilkan adalah berupa kecepatan. Untuk mengetahui tingkat *error* dilakukan pengujian ketepatan sebanyak 10 kali dengan ketinggian 1 sampai 4 meter. Sedangkan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan *quadcopter* untuk mencapai ketinggian tertentu dengan cara merekam waktu menggunakan *stopwatch* dari posisi *take-off* hingga posisi *hover*. Selain untuk mengetahui tingkat ketepatan posisi dan juga waktu yang dibutuhkan, pada penelitian ini juga diuji tingkat kesesuaian *output* dengan *rule* yang telah dibuat. Sehingga hasil dari penelitian ini adalah ketepatan yang diperoleh sudah baik, namun waktu yang diperlukan masih membutuhkan waktu lama sedangkan *rule* yang dibuat telah sesuai dengan *output* yang dihasilkan.

Kata Kunci : *Unmanned Aerial Vehicle (UAV), Quadcopter, Take-off, Fuzzy*

ABSTRACT

Fajar Miftakhul Ula, *Take-off Quadcopter AR Drone Control System Using Fuzzy Logic.*

Mentor: Gembong Edhi Setyawan, S.T., M.T dan Rizal Maulana, S.T., M.T., M.Sc

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) or we known by plane without crew is type of sky's robotic explores have increase develop n nowadays. One kinds of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) is quadcopter, quadcopter is kinds of sky robot have four motor as vane drive. On process make quadcopter have many trouble there is experienced pilot requirements for fly quadcopteruse remote. Expecially for take-off, because take-off on quadcopter is absolute phase to keep the stability. So need have auto pilot system to manage process a great take-off. Based on that trouble so made experiment about guided system of take-off quadcopter use fuzzy logic with rule 7x7 where have 2 input use. That acceleration and change of acceleration while output which result is speed. For know the error phase is examination as much as 10 times with high 1 until 4 meter. And for know time need quadcopter for get the specific high is use record time with stopwatch from take-off position to hangover position. In addition to know specific phase position and time needed, in this experiment have examination level and match with output and rules, so the result of this experiment is the precision obtained is already good but the time it takes is still need a long time while the rule is match with result output.

Keywords: *Unmanned Aerial Vehicle (UAV), Quadcopter, Take-off, Fuzzy*

DAFTAR ISI

SISTEM KENDALI TAKE-OFF QUADCOPTER AR DRONE MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY	i
PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Batasan masalah	4
1.6 Sistematika Pembahasan	5
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN	6
2.1 Kajian Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	7
2.2.1 <i>Quadcopter</i>	7
2.2.2 <i>Pemodelan Quadcopter</i>	8
2.2.3 <i>Logika Fuzzy</i>	10
2.2.4 <i>Himpunan Fuzzy</i>	10
2.2.5 <i>Fungsi Keanggotaan</i>	10
2.2.6 <i>Kendali Logika Fuzzy</i>	12
2.2.7 <i>Fuzzyfikasi</i>	13
2.2.8 <i>Aturan Dasar</i>	13

2.2.9 Penalaran	13
2.2.10 Defuzzyfikasi	14
BAB 3 METODOLOGI	16
3.1 Studi Literatur	16
3.2 Metode Penelitian.....	16
3.3 Analisis Kebutuhan.....	16
3.4 Perancangan Sistem Dan Implementasi	17
3.5 Pengujian dan Analisis	17
3.6 Penutup.....	18
BAB 4 ANALISIS KEBUTUHAN	18
4.1 Gambaran Umum Sistem.....	19
4.2 Kebutuhan Pengguna.....	19
4.3 Kebutuhan Sistem	19
4.3.1 Kebutuhan Perangkat Keras	19
4.3.2 Kebutuhan Perangkat Lunak.....	21
4.4 Kebutuhan Fungsional	23
4.5 Kebutuhan Non-Fungsional	24
4.5.1 Karakteristik Pengguna	24
4.5.2 Lingkungan Operasi.....	24
4.5.3 Asumsi dan Ketergantungan.....	25
4.5.4 Batasan Perancangan dan Implementasi	25
BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI.....	26
5.1 Perancangan dan Implementasi Sensor Ultrasonik dan IMU.....	28
5.1.1 Perancangan Sensor Ultrasonik dan IMU	28
5.1.2 Implementasi Sensor Ultrasonik dan IMU.....	28
5.2 Perancangan dan Implementasi Komunikasi Sistem	30
5.2.1 Perancangan Komunikasi Sistem	30
5.2.2 Implementasi Komunikasi Sistem.....	31
5.3 Perancangan dan Implementasi Logika <i>Fuzzy</i>	34
5.3.1 Perancangan Pada <i>Fuzzy Logic Toolbox</i>	34
5.3.2 Implementasi Pada Kode Program	41

BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS	50
6.1 Pengujian <i>Error</i> Sistem.....	50
6.1.1 Tujuan Pengujian	50
6.1.2 Rancangan Pengujian.....	50
6.1.3 Prosedur Pengujian.....	50
6.1.4 Hasil Pengujian.....	51
6.1.5 Analisis Hasil Pengujian.....	54
6.2 Pengujian Respon Sistem.....	57
6.2.1 Tujuan Pengujian	57
6.2.2 Rancangan Pengujian.....	57
6.2.3 Prosedur Pengujian.....	57
6.2.4 Hasil Pengujian.....	58
6.2.5 Analisis Hasil Pengujian.....	61
6.3 Pengujian Logika <i>Fuzzy</i>	63
6.3.1 Tujuan Pengujian	63
6.3.2 Rancangan Pengujian.....	63
6.3.3 Prosedur Pengujian.....	63
6.3.4 Hasil Pengujian.....	64
6.3.5 Analisis Hasil Pengujian.....	65
BAB 7 PENUTUP.....	72
7.1 Kesimpulan.....	72
7.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA.....	74
LAMPIRAN.....	76

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1 Fungsi Keanggotaan <i>Input</i> dan <i>Output</i>	35
Tabel 5.2 Basis Aturan 7x7	38
Tabel 6.1 Data Ketinggian 1 meter	51
Tabel 6.2 Data Ketinggian 2 meter	52
Tabel 6.3 Data Ketinggian 3 meter	53
Tabel 6.4 Data Ketinggian 4 meter	54
Tabel 6.5 Hasil Pengujian Ketepatan	54
Tabel 6.6 Hasil Pengujian Waktu	58
Tabel 6.7 Hasil Pengujian <i>Rule</i>	64
Tabel 6.8 <i>Rule Base</i> 7x7	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Model Quadcopter	8
Gambar 2.2 Ilustrasi B-frame terhadap E-frame	9
Gambar 2.3 Grafik fungsi keanggotaan segitiga	12
Gambar 2.4 Proses Kendali Logika <i>Fuzzy</i>	12
Gambar 2.5 Proses Penalaran max-min.....	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	16
Gambar 4.1 Diagram blok perancangan sistem.....	19
Gambar 4.2 Laptop Sebagai <i>Ground station</i>	20
Gambar 4.3 <i>Parrot Ar Drone 2.0</i>	20
Gambar 4.4 Tampilan Matlab	21
Gambar 4.5 Tampilan <i>fuzzy inference system</i>	21
Gambar 4.6 Spyder sebagai Python IDE.....	22
Gambar 4.7 <i>Robot Operating System (ROS)</i>	22
Gambar 4.8 Software simulator gazebo	23
Gambar 4.9 Tampilan tumsimulator	23
Gambar 5.1 Tahap perancangan sistem	26
Gambar 5.2 Flowchart sistem kendali take-off quadcopter	27
Gambar 5.3 Alur pengambilan data sensor	28
Gambar 5.4 Alur pertukaran data pada sistem.....	31
Gambar 5.5 Alur pertukaran data pada simulator.....	31
Gambar 5.6 Alur implementasi komunikasi sistem	32
Gambar 5.7 Tampilan ROS saat dijalankan	32
Gambar 5.8 Tampilan data pada <i>quadcopter</i>	33
Gambar 5.9 Tampilan data navigasi dari navdata	33
Gambar 5.10 Tampilan dari <i>Fuzzy Inference System</i>	34
Gambar 5.11 <i>Membership Function Editor input (α)</i>	35
Gambar 5.12 <i>Membership Function Editor percepatan($\Delta\alpha$)</i>	36
Gambar 5.13 <i>Membership Function Editor output (Speed)</i>	37
Gambar 5.14 Tampilan dari <i>Rule Editor</i>	39
Gambar 5.15 Tampilan dari <i>Rule Viewer</i>	41
Gambar 5.16 Tampilan dari <i>Surface Viewer</i>	41
Gambar 6.1 Grafik ketinggian 1 meter	51
Gambar 6.2 Grafik ketinggian 2 meter	52
Gambar 6.3 Grafik ketinggian 3 meter	53
Gambar 6.4 Grafik ketinggian 4 meter	54
Gambar 6.5 Grafik altd & vz pada ketinggian 1 meter	59
Gambar 6.6 Grafik altd & vz pada ketinggian 2 meter	59
Gambar 6.7 Grafik altd & vz pada ketinggian 3 meter	60
Gambar 6.8 Grafik altd & vz pada ketinggian 4 meter	60
Gambar 6.9 <i>Screenshots</i> terminal ubuntu	64

Gambar 6.10 <i>Screenshots</i> terminal ubuntu (Lanjutan)	68
Gambar 6.11 Pembacaan tabel <i>rule base</i>	66
Gambar 6.12 Himpunan <i>input</i> percepatan	67
Gambar 6.13 Himpunan <i>input perubahan</i> percepatan	68
Gambar 6.14 Aturan <i>fuzzy</i>	69
Gambar 6.15 Gabungan himpunan pada <i>output</i>	70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Data Pengujian Ketepatan Posisi Ketinggian 1 meter	76
Lampiran B. Data Pengujian Ketepatan Posisi Ketinggian 2 meter	79
Lampiran C. Data Pengujian Ketepatan Posisi Ketinggian 3 meter	82
Lampiran D. Data Pengujian Ketepatan Posisi Ketinggian 4 meter	85