

**SISTEM PENDARATAN PRESISI DENGAN *COMPUTER*
VISION MENGGUNAKAN ARUCO *MARKER* PADA X-
*QUADCOPTER***

TUGAS AKHIR

Diajukan guna Memenuhi Persyaratan untuk Mencapai Derajat Strata-1

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh:

DUTA FAHRI ALFIANSYAH

20190120009

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2023

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Duta Fahri Alfiansyah

NIM : 20190120009

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Elektro

Univeritas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan bahwa sesungguhnya Tugas Akhir dengan judul “SISTEM PNDARATAN PRESISI DENGAN *COMPUTER VISION* MENGGUNAKAN *ARUCO MARKER* PADA *X-QUADCOPTER*” merupakan benar hasil karya saya sendiri dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, 3 Juli 2023

Yang menyatakan,



Duta Fahri Alfiansyah

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang maha pengasih lagi maha penyayang atas berkah dan rahmat-Nya sehingga saya dapat menuntaskan Tugas Akhir ini. Semoga dengan pencapaian ini saya dapat mengimplementasikan ilmu yang sudah diajarkan kepada lingkungan pekerjaan dan masyarakat, sehingga impian saya dapat terwujud.

Saya persembahkan karya tulis ini kepada kedua **Orang Tua** saya sebagai rasa terimakasih atas semua dukungan, doa dan kasih sayang yang sangat luar biasa. Kepada **Ika Ratna Anggraeni** selaku kakak tercinta yang sudah membantu dan memberi banyak support terutama dalam hal materi. Juga kepada kedua keponakan dan seluruh keluarga yang senantiasa mendukung dan memberi semangat. Semoga dengan karya ini, bisa memberikan manfaat untuk semuanya.

Kepada Dosen pembimbing saya Bapak Karisma Trinanda Putra, S.ST., M.T., Ph.D. dan Muhamad Yusvin Mustar, S.T.,M.Eng, izinkan saya mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya karena Bapak sekalian yang telah bersedia dengan sabar dan tulus membimbing saya selama proses penulisan Tugas Akhir ini. Semoga ilmu dan kesabaran yang sudah dicurahkan menjadi buah baik untuk Bapak dan Ibu kelak.

Teman-teman semasa hidup saya yang sudah banyak membantu pengerjaan Tugas Akhir ini,

MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.” –
(Al-Baqarah: 286)

“Terlalu banyak dari kita yang tidak mewujudkan impian kita karena kita
menjalani ketakutan kita.”
(Les Brown)

“Aku harus percaya pada diriku sendiri, percaya bahwa aku adalah orang yang
mereka percaya.”
(Naruto Uzumaki)

KATA PENGANTAR

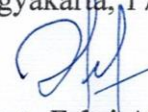
Alhamdulillah rabbil'alam, Puji serta syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT berkat rahmat dan hidayah-nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan berjudul “SISTEM PENDARATAN PRESISI DENGAN *COMPUTER VISION* MENGGUNAKAN *ARUCO MARKER* PADA *X-QUADCOPTER*”. Tugas akhir ini disusun dengan tujuan memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) di jenjang pendidikan Strata-1 Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat, peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak, Ibu, dan Kakak tercinta atas kasih sayang, do'a serta dukungan dan dorongan moral, tidak lupa juga berterima kasih atas dukungan material yang telah diberikan.
2. Bapak Karisma Trinanda Putra, S.ST., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan selaku Dosen Pembimbing 1 yang selalu membimbing, mengarahkan, dan memotivasi penulis dalam penelitian tugas akhir ini.
3. Bapak Muhammad Yusvin Mustar, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing 2 dan Dosen pendamping PKM yang selalu membimbing, mengarahkan, dan memotivasi penulis dalam penelitian tugas akhir ini.
4. Bapak Rama Okta Wiyagi, S.T., M.Eng., selaku dosen penguji yang telah membantu selama proses pengujian sidang tugas akhir dan membagi ilmunya selama perkuliahan.
5. Seluruh Dosen dan staf Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.
6. Seluruh Tim Al-Mubarak VTOL yang telah berjuang bersama serta membantu dalam perancangan perangkat keras sistem.

7. Teman-teman KMTE, MRC, PKM, dan lainnya. Atas masukan, saran, pengalaman, dan ilmu pengetahuannya sehingga penulis dapat memiliki wawasan dalam melakukan penelitian pada tugas akhir ini.
8. Teman seperjuangan Teknik Elektro Angkatan 2019.
9. Semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah membantu dan mendukung penulis secara langsung atau tidak langsung.

Peneliti menyadari dalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, maka dari itu peneliti dengan senang hati menerima kritik, saran, serta bimbingan demi kelancaran dan kemajuan penelitian ini. Sebagai akhir kalimat, penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan penulisan maupun cara berfikir karena pada dasarnya kesempurnaan hanya milik Allah SWT dan kesalahan tidak luput dari saya seorang manusia biasa.

Yogyakarta, 17 Juni 2023



Duta Fahri Alfiansyah

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN I	ii
HALAMAN PENGESAHAN II.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
INTISARI.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	18
2.2.1 <i>Quadcopter</i>	18
2.2.2 <i>ArUco Marker</i>	19
2.2.3 Koordinat Kartesius	20
2.2.4 Perspective Transformation	21
2.2.5 Raspberry Pi 3	23
2.2.6 Pixhawk 2.4.8.....	26
2.2.7 Visual Studio Code	28
2.2.8 Global Positioning System.....	29
2.2.9 Mission Planner.....	30
2.2.10 Python	30

2.2.11	Numpy	31
2.2.12	OpenCV	31
2.2.13	Dronekit.....	33
BAB III METODOLOGI PERANCANGAN.....		35
3.1	Metode Perancangan	35
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	37
3.3	Analisis Kebutuhan	37
3.3.1	Perangkat Keras (Hardware).....	37
3.3.2	Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	38
3.4	Konsep Penelitian.....	39
3.5	Perancangan Sistem.....	39
3.5.1	Perancangan Perangkat Keras	39
3.5.2	Perancangan Perangkat Lunak	40
3.6	Tahapan Perancangan.....	41
3.6.1	Rancangan tampilan <i>VideoCapture</i>	41
3.6.2	Konfigurasi Raspberry Pi 4.....	42
3.6.3	Konfigurasi Pixhawk 2.4.8 dan GPS	43
3.6.4	Konfigurasi dan Kalibrasi Webcam.....	44
3.6.5	Konfigurasi Remote Desktop.....	45
3.6.6	Pemrograman Deteksi <i>Marker</i>	46
3.6.7	Pembuatan Perangkat Keras.....	49
3.6.8	Perancangan Pergerakan <i>Quadcopter</i>	49
3.7	Perlakuan Pengujian	53
3.7.1	Pengujian Performa Sistem Pendeteksian <i>Indoor</i>	53
3.7.2	Pengujian Performa Sistem pendeteksian Outdoor.....	54
3.7.3	Pengujian Landing Wahana menggunakan GPS	54
3.7.4	Pengujian Performa Sistem Pendaratan Wahana Menggunakan ArUco <i>Marker</i>	54
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		56
4.1	Hasil Tampilan Perancangan Sistem.....	56
4.2	Pengujian	57
4.2.1	Pengujian Performa Sistem Pendeteksian Outdoor	57

4.2.2	Pengujian Performa Sistem Pendeteksian Indoor	64
4.2.3	Pengujian <i>Landing</i> Wahana Menggunakan GPS	70
4.2.4	Pengujian Performa Sistem Pendaratan Wahana Menggunakan ArUco <i>Marker</i>	73
4.3	Analisis Hasil	77
4.3.1	Analisis Performa sistem pendaratan ArUco <i>Marker</i>	77
4.3.2	Analisis Perbandingan Sistem Pendaratan Menggunakan GPS dan ArUco <i>Marker</i>	78
BAB V PENUTUP.....		80
5.1	Kesimpulan.....	80
5.2	Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA		82
LAMPIRAN.....		84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Quadcopter</i> tipe-X	18
Gambar 2. 2 Pola Gerakan <i>Quadcopter</i>	19
Gambar 2.3 <i>ArUco Marker</i>	20
Gambar 2.4 Kordinat Kartesius	21
Gambar 2.5 Sistem koordinat pada computer	21
Gambar 2. 6 Perspective Transformation	22
Gambar 2.7 Concept Mathematically of Perspective Tranformation	23
Gambar 2.8 Raspberry Pi 3 Model B+.....	24
Gambar 2.9 GPIO Raspberry Pi 3.....	25
Gambar 2.10 FCU Pixhawk 2.4.8	27
Gambar 2.11 Visual Studio Code	28
Gambar 2. 12 GPS Here2 GNSS	29
Gambar 2.13 User Interface Mission Planner	30
Gambar 2.14 Ikon Bahasa Pemrograman Python	31
Gambar 2.15 Ikon Numpy	31
Gambar 2.16 Ikon OpenCV	32
Gambar 2.17 Ikon Dronekit	34
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	35
Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem	40
Gambar 3.3 Rancangan <i>Software</i> Deteksi.....	41
Gambar 3.4 Konsep Perancangan tampilan <i>Videocapture</i>	42
Gambar 3. 5 Aplikasi Raspberry Pi Imager	43
Gambar 3. 6 Opsi Menu aplikasi Mission Planner	44
Gambar 3. 7 <i>Print-out ArUco Marker Board</i>	44
Gambar 3. 8 Hasil kalibrasi webcam	45
Gambar 3. 9 UI aplikasi No-Machine	45
Gambar 3. 10 Hasil dari <i>Remote Desktop</i> dengan Raspbery Pi 3	46
Gambar 3. 11 Hasil dari Perancangan Perangkat Keras	49
Gambar 3.12 Diagram sistem pergerakan wahana.....	50
Gambar 4. 1 Hasil tampilan kondisi tengah.....	56
Gambar 4. 2 Hasil tampilan kondisi kanan	56
Gambar 4. 3 Hasil tampilan kondisi kiri	56
Gambar 4. 4 Hasil tampilan kondisi bawah	56
Gambar 4. 5 Hasil tampilan kondisi atas	56
Gambar 4. 6 Pengujian sistem diluar ruangan	57
Gambar 4. 7 Hasil Sistem Deteksi Outdoor (1)	58
Gambar 4. 8 Hasil Sistem Deteksi Outdoor (2)	58
Gambar 4. 9 Grafik perbandingan nilai aktual dan terukur pada sistem deteksi dengan <i>ArUco Marker</i> 4x4 50mm	60
Gambar 4. 10 Grafik perbandingan nilai aktual dan terukur pada sistem deteksi dengan <i>ArUco Marker</i> 4x4 100mm	61

Gambar 4. 11 Grafik perbandingan nilai aktual dan terukur pada sistem deteksi dengan ArUco <i>Marker</i> 4x4 150mm	61
Gambar 4. 12 Grafik perbandingan nilai aktual dan terukur pada sistem deteksi dengan ArUco <i>Marker</i> 4x4 200mm	62
Gambar 4. 13 Pengujian Sistem Deteksi didalam ruangan	64
Gambar 4. 14 Hasil Sistem Deteksi Outdoor (1)	64
Gambar 4. 15 Hasil Sistem Deteksi Outdoor (2)	65
Gambar 4. 16 Grafik perbandingan nilai aktual dan terukur pada sistem deteksi dengan ArUco <i>Marker</i> 4x4 50mm	67
Gambar 4. 17 Grafik perbandingan nilai aktual dan terukur pada sistem deteksi dengan ArUco <i>Marker</i> 4x4 100mm	67
Gambar 4. 18 Grafik perbandingan nilai aktual dan terukur pada sistem deteksi dengan ArUco <i>Marker</i> 4x4 150mm	68
Gambar 4. 19 Grafik perbandingan nilai aktual dan terukur pada sistem deteksi dengan ArUco <i>Marker</i> 4x4 200mm	68
Gambar 4. 20 Pengujian Pendaratan menggunakan GPS	70
Gambar 4. 21 Hasil Pendaratan menggunakan GPS	71
Gambar 4. 22 Pengukuran Pendaratan menggunakan GPS (1)	71
Gambar 4. 23 Pengukuran Pendaratan menggunakan GPS (2)	71
Gambar 4. 24 Grafik perbandingan nilai aktual dan terukur pada pengujian pendaratan wahana menggunakan GPS	72
Gambar 4. 25 Pengujian Sistem dilapangan sepakbola UMY	73
Gambar 4. 26 Hasil dari pengujian perancangan sistem pendaratan opencv (1) ..	74
Gambar 4. 27 Hasil dari pengujian perancangan sistem pendaratan opencv (2) ..	75
Gambar 4. 28 Grafik perbandingan pengujian sistem pendaratan presisi menggunakan opencv berbasis ArUco <i>Marker</i>	76
Gambar 4. 29 Grafik Hasil Pendaratan GPS vs ArUco <i>Marker</i>	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terkait	10
Tabel 4. 1 Percobaan Pertama dengan menggunakan ArUco <i>Marker</i> 4x4_50cm	58
Tabel 4. 2 Percobaan Kedua dengan menggunakan ArUco <i>Marker</i> 4x4_100cm.	59
Tabel 4. 3 Percobaan Ketiga dengan menggunakan ArUco <i>Marker</i> 4x4_150cm	59
Tabel 4. 4 Percobaan Keempat dengan menggunakan ArUco <i>Marker</i> 4x4_200cm	60
Tabel 4. 5 Percobaan pertama dengan menggunakan ArUco <i>Marker</i> 4x4_50cm	65
Tabel 4. 6 Percobaan Kedua dengan menggunakan ArUco <i>Marker</i> 4x4_100cm.	66
Tabel 4. 7 Percobaan Ketiga dengan menggunakan ArUco <i>Marker</i> 4x4_150cm	66
Tabel 4. 8 Percobaan Keempat dengan menggunakan ArUco <i>Marker</i> 4x4_50cm	66
Tabel 4. 9 Percobaan Pendaratan wahana menggunakan GPS	72
Tabel 4. 10 Percobaan pengujian perancangan sistem pendaratan presisi menggunakan opencv berbasis ArUco <i>Marker</i>	75
Tabel 4. 11 Perhitungan standar deviasi	77
Tabel 4. 12 Perbandingan Hasil Pendaratan GPS dan ArUco <i>Marker</i>	78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Script Program	84
Lampiran 2. Program Kalibrasi Webcam.....	91
Lampiran 3. Dokumentasi Perancangan dan pengujian sistem.....	94