

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
SURAT PERNYATAAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
ABSTRAK.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	1
1.3 Pembatasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Metode Penelitian.....	2
1.5.1 Identifikasi Kebutuhan Sistem.....	3
1.5.2 Desain Arsitektur.....	3
1.5.3 Desain Komponen Quadcopter.....	4
1.5.4 Implementasi.....	4
1.5.5 Pengujian.....	4
1.5.6 Analisa.....	4
1.6 Manfaat.....	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 Quadcopter.....	11

2.3	ArduPilot Mega (APM)	15
2.4	Global Positioning System (GPS).....	16
2.4.1	Kemampuan GPS.....	17
2.4.2	Produk yang diberikan GPS.....	18
2.4.3	Segmen Penyusun Sistem GPS.....	18
2.4.4	Prinsip Penentuan Posisi dengan GPS	21
2.4.5	Tipe Alat (Receiver) GPS	21
2.4.6	Sinyal dan Bias pada GPS	21
2.4.7	Error Source pada GPS	21
2.4.8	Metode Penentuan Posisi dengan GPS	22
2.4.9	Ketelitian yang diperoleh dari Sistem GPS	23
2.5	Electronics Speed Controller	23
2.6	Motor Brushless	24
2.7	Sensor Infrared.....	27
2.8	ATMega2560	29
2.9	Sensor Ultrasonic	31
2.10	Motor Servo	32
2.11	Software GIS.....	32
2.12	Statistika.....	33
2.12.1	Rerata.....	34
2.12.2	Standar Deviasi.....	34
2.12.3	Tingkat Kesalahan Pengukuran.....	34
2.12.4	Akurasi Koordinat GPS	35
2.13	Konversi Data GPS dari Latitude/Longitude ke Meter.....	35
2.14	Rumus Waktu Pemakaian Baterai	37
BAB III PERANCANGAN SISTEM		38
3.1	Spesifikasi Kebutuhan Sistem.....	38
3.2	Arsitektur Sistem	40
3.2.1	Block Diagram	40
3.2.2	Proses Kerja Sistem	43
3.3	Desain Sistem Quadcopter	45

3.3.1	Frame F450	45
3.3.2	Motor Brushless 1000KV	47
3.3.3	Electronic Speed Controller (ESC).....	48
3.3.4	Baterai Lithium Polymer	52
3.3.5	Propeller 1045	53
3.3.6	Flight Controller	54
3.3.7	Landing Gear	56
3.4	Desain Sistem GPS dan Gripper	56
3.4.1	Module Kompas dan GPS.....	56
3.4.2	Motor Servo	58
3.4.3	Sensor Ultrasonic.....	58
3.4.4	Sensor Infrared.....	60
3.4.5	Gripper Kotak	61
3.5	Desain Perangkat Lunak	62
3.5.1	Flowchart Program Flight Controller	63
3.5.2	Flowchart Program Gripper	65
3.5.3	Listing Program Sensor Infrared.....	66
3.5.4	Listing Program Sensor Ultrasonic.....	66
3.6	Implementasi.....	67
3.6.1	Perakitan Perangkat	67
3.6.2	Koneksi Sistem Keseluruhan	72
3.6.3	Konfigurasi Perangkat	77
3.7	Metode Pengujian	80
3.7.1	Metode Pengujian Quadcopter Manual	80
3.7.2	Metode Pengujian Waktu Terbang	81
3.7.3	Metode Pengujian Presisi dan Akurasi Koordinat GPS.....	81
3.7.4	Motode Pengujian Sistem Landing dan Gripper.....	81
BAB IV ANALISA PENGUJIAN SISTEM		82
4.1	Analisa Akurasi dan Presisi Koordinat GPS.....	82
4.1.1	Ketinggian 7 meter.....	83
4.1.2	Ketinggian 16 meter.....	86

4.1.3	Ketinggian 24 meter.....	88
4.1.4	Ketinggian 32 meter.....	91
4.1.5	Ketinggian 40 meter.....	93
4.1.6	Ketinggian 49 meter.....	96
4.1.7	Nilai Rata-Rata Akurasi dan Presisi Koordinat GPS.....	98
4.2	Analisi Estimasi Jarak Tempuh Maksimal Quadcopter.....	99
4.3	Analisis Sistem Landing dan Gripper.....	100
4.3.1	Ketepatan Landing Koordinat Asal.....	101
4.3.2	Ketepatan Landing Koordinat Tujuan.....	102
BAB V PENUTUP.....		104
5.1	Kesimpulan.....	104
5.2	Saran.....	105
DAFTAR PUSTAKA.....		106

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 The GPS bands and respective frequencies	22
Tabel 2.2 Spesifikasi ATmega2560.....	30
Tabel 3.1 Spesifikasi Baterai Zippy.....	41
Tabel 3.2 Spesifikasi <i>Frame</i> F450	46
Tabel 3.3 Spesifikasi Motor <i>Brushless</i> 1000KV.....	47
Tabel 3.4 Spesifikasi ESC.....	49
Tabel 4.1 Data Waypoints Terukur Plumbon 7m	85
Tabel 4.2 Data Plumbon 7m	86
Tabel 4.3 Data Waypoints Terukur Plumbon 16m	87
Tabel 4.4 Data Plumbon 16m	88
Tabel 4.5 Data Waypoints Terukur Plumbon 24m	90
Tabel 4.6 Data Plumbon 24m	90
Tabel 4.7 Data Waypoints Terukur Plumbon 32m	92
Tabel 4.8 Data Plumbon 32m	93
Tabel 4.9 Data Waypoints Terukur Plumbon 40m	95
Tabel 4.10 Data Plumbon 40m	95
Tabel 4.11 Data Waypoints Terukur Plumbon 49m	97
Tabel 4.12 Data Plumbon 49m	97
Tabel 4.13 Data Rata-Rata Selisih Koordinat Plumbon.....	99
Tabel 4.14 Data Pengujian Jarak Tempuh	99
Tabel 4.15 Data Waypoints Awal Terukur Auto Land.....	101
Tabel 4.16 Data Koordinat Awal Auto Land.....	101
Tabel 4.17 Data Waypoints Tujuan Terukur Auto Land	102
Tabel 4.18 Data Koordinat Tujuan Auto Land	102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Model <i>Modified Waterfall</i>	3
Gambar 2.1 Bentuk Frame <i>Quadcopter</i>	13
Gambar 2.2 Arah Putar Motor pada Bentu X Quad.....	14
Gambar 2.3 ArduPilot Mega (APM).....	15
Gambar 2.4 <i>Module GPS Receiver</i>	16
Gambar 2.5 Segmen Penyusun GPS	18
Gambar 2.6 Kumpulan GPS yang terdiri dari 24 Satelit.....	19
Gambar 2. 7 Topologi dan Rangkaian Ekuivalen BLDC	26
Gambar 2.8 Simbol Photodiode (Hentris, 2015).....	28
Gambar 2.9 Grafik Photodiode Terhadap Intensitas Cahaya (Witjaksono, 2012)	29
Gambar 2.10 Atmega2560	30
Gambar 2.11 Sensor Ultrasonic	31
Gambar 2.12 Motor Servo Mikro.....	32
Gambar 2.13 Logo Google Earth.....	32
Gambar 2.14 Sistem Koordinat GPS	36
Gambar 3.1 Block Diagram Sistem <i>Autopilot</i>	40
Gambar 3.2 Flowchart Sistem <i>Autopilot</i> Berbasis GPS.....	43
Gambar 3.3 Desain Rancangan <i>Quadcopter</i>	45
Gambar 3.4 <i>Frame Quadcopter</i> 450 mm.....	46
Gambar 3.5 Motor <i>Brushless</i>	47
Gambar 3.6 Electronic Speed Controller	49
Gambar 3.7 Skema Rangkaian ESC 30A.....	51
Gambar 3.8 Baterai LiPo 3S 2200mAh 40C.....	53
Gambar 3.9 Propeller CW dan CCW	53
Gambar 3.10 ArduPilot Mega 2.6.....	54
Gambar 3.11 Skema Rangkaian APM2.6	55
Gambar 3.12 Landing Gear.....	56
Gambar 3.13 Module GPS dengan Kompas	57
Gambar 3.14 Skema Rangkaian <i>GPS Receiver</i>	57

Gambar 3.15 Motor Micro Servo.....	58
Gambar 3.16 Sensor Ultrasonic HC-SR04.....	59
Gambar 3.17 Skema Rangkaian Sensor SRF04.....	60
Gambar 3.18 InfraRed dan Photodiode.....	60
Gambar 3.19 Skema Rangkaian Sensor IR.....	61
Gambar 3.20 Gripper Kotak.....	62
Gambar 3.21 Flowchart Program Flight Controller.....	63
Gambar 3.22 Flowchart Program Gripper.....	65
Gambar 3.23 Perakitan Frame F450.....	68
Gambar 3.24 Pemasangan ESC ke Arm.....	69
Gambar 3.25 Pemasangan Motor <i>Brushless</i>	69
Gambar 3.26 Pemasangan Propeller.....	70
Gambar 3.27 Pemasangan <i>Flight Controller</i>	70
Gambar 3.28 Pemasangan <i>Receiver</i>	71
Gambar 3.29 Pemasangan Module GPS.....	71
Gambar 3.30 Pemasangan Gripper.....	72
Gambar 3.31 Wiring Sistem <i>Quadcopter</i>	73
Gambar 3.32 Wiring <i>Flight Controller</i> dengan ESC.....	73
Gambar 3.33 Wiring <i>Flight Controller</i> dengan GPS.....	74
Gambar 3.34 Wiring APM 2.6 ke <i>Receiver</i>	75
Gambar 3.35 Wiring ESC ke BLDC.....	76
Gambar 3.36 Wiring Rangkaian Gripper.....	76
Gambar 3.37 Kartu Pemrogram ESC.....	77
Gambar 3.38 Langkah Upload SourceCode.....	79
Gambar 3.39 Konfigurasi <i>Remote</i> ke ESC.....	80
Gambar 4.1 Waypoints Pengujian Plumbon.....	82
Gambar 4.2 Koordinat Terukur Plumbon 7m.....	83
Gambar 4.3 Radius Waypoints Plumbon 7m.....	84
Gambar 4.4 Koordinat Terukur Plumbon 16m.....	86
Gambar 4.5 Radius Waypoints Plumbon 16m.....	87
Gambar 4.6 Koordinat Terukur Plumbon 24m.....	89

Gambar 4.7 Radius Waypoints Plumbon 24m.....	89
Gambar 4.8 Koordinat Terukur Plumbon 32m	91
Gambar 4.9 Radius Waypoints Plumbon 32m.....	92
Gambar 4.10 Koordinat Terukur Plumbon 40m	94
Gambar 4.11 Radius Waypoints Plumbon 40m.....	94
Gambar 4.12 Koordinat Terukur Plumbon 49m	96
Gambar 4.13 Radius Waypoints Plumbon 49m.....	96
Gambar 4.14 Total Radius Waypoints Plumbon.....	98
Gambar 4.15 Waypoints Pengujian Sistem Auto Land	100
Gambar 4.16 Radius Koordinat Awal Auto Land.....	101
Gambar 4.17 Radius Koordinat Tujuan Auto Land	103

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Program Flight Controller <i>Quadcopter</i>	108
Lampiran 2 Program Gripper <i>Quadcopter</i>	125
Lampiran 3 Tabel Data Pengujian Estimasi Waktu Terbang	127
Lampiran 4 Tabel Data Pengukuran Rute Koordinat	128
Lampiran 5 Tabel Data Pengukuran Koordinat Landing	137
Lampiran 6 DataSheet Motor <i>Brushless</i>	139
Lampiran 7 DataSheet ESC	141
Lampiran 8 DataSheet Baterai LiPo	150
Lampiran 9 DataSheet ArduPilot 2.6	156
Lampiran 10 DataSheet GPS UBlox	169
Lampiran 11 DataSheet Motor <i>Servo</i>	192
Lampiran 12 DataSheet Sensor <i>Ultrasonic</i>	194
Lampiran 13 Lembar Revisi Proposal	198
Lampiran 14 Lembar Penugasan Pembimbing	202
Lampiran 15 Lembar Persetujuan Seminar	204
Lampiran 16 Undangan Seminar Tugas Akhir	205
Lampiran 17 Makalah Seminar	206
Lampiran 18 Undangan Pendamping Ujian Sarjana	215
Lampiran 19 Lembar Revisi Sidang	217
Lampiran 20 Lembar Asistensi	220
Lampiran 21 Hasil Uji Turnitin	222