

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	x
INTISARI.....	xi
ABSTRACT	xii
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 Metodologi Penelitian	3
1.7 Sistematika Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
BAB III LANDASAN TEORI.....	8
3.1 Quadrotor.....	8
3.1.1 Konfigurasi Kerangka Quadrotor.....	8
3.2 Kombinasi Gerak <i>Quadrotor</i>	9
3.3 Fungsi transfer quadrotor	11
3.4 Kinematika <i>Quadrotor</i>	13
3.5 Pengendali PID	14
3.5.1 Kendali Proporsional.....	16
3.5.2 Kendali Integral.....	17
3.5.3 Kendali Derivatif.....	17
3.5.4 Metode Penalaan Ziegler-Nichols.....	18
3.6 DMP (Digital Motion Processing).....	20
3.7 Kriteria Kesetabilan <i>Routh</i>	20
3.8 Metode Jaringan Syaraf Tiruan	22
3.9 Algoritma back-propagation.....	25
3.9.1 Menentukan nilai bobot dari <i>hidden layer</i> ke <i>output layer</i>	26
3.9.2 Menentukan nilai bobot dari <i>input layer</i> ke <i>hidden layer</i>	27
3.10 PID Jaringan Syaraf Tiruan	28
BAB IV ANALISIS PERANCANGAN SISTEM.....	30
4.1 Analisis Sistem	30
4.2 Rancangan Arsitektur Sistem	33
4.3 Rancangan Sistem Kendali.....	34
4.3.1 Rancangan kendali PID-JST	37
4.4 Rancangan fisik Sistem	40
4.4.1 Rancangan perangkat keras.....	40

4.4.2	Rancangan perangkat lunak	44
4.5	Rancangan Pengujian Sistem	49
BAB V IMPLEMENTASI		51
5.1	Implementasi Perangkat Keras	51
5.1.1	Implementasi mekanik	52
5.1.2	Implementasi perangkat elektronik	53
5.2	Implementasi Perangkat Lunak	53
5.2.1	Program PID Ziegler Nichols	53
5.2.2	Pengujian PID JST	56
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN		59
6.1	Hasil Pengujian PID <i>Ziegler Nichols</i>	60
6.1.1	Hasil simulasi PID <i>Ziegler Nichols</i> pada sudut <i>pitch</i> , <i>roll</i> , dan <i>yaw</i>	60
6.1.2	Hasil pengujian PID <i>Ziegler Nichols</i> pada sudut <i>pitch</i>	61
6.1.3	Hasil pengujian PID <i>Ziegler Nichols</i> pada sudut <i>roll</i>	62
6.1.4	Hasil pengujian PID <i>Ziegler Nichols</i> pada sudut <i>yaw</i>	64
6.2	Hasil Pengujian PID JST	66
6.2.1	Hasil pengujian PID JST pada sudut <i>pitch</i>	67
6.2.2	Hasil pengujian PID JST pada sudut <i>roll</i>	69
6.2.3	Hasil pengujian PID JST pada sudut <i>yaw</i>	72
6.3	Hasil Pengujian Terbang PID JST	74
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN		78
7.1	Kesimpulan	78
7.2	Saran	78
DAFTAR PUSTAKA		79
LAMPIRAN		82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Konfigurasi quadrotor (a) X (b) + (Gupte and Conrad, 2012).....	9
Gambar 3.2 Prinsip operasi quadrotor untuk hovering (Sá et al., 2013).....	10
Gambar 3.3 Konfigurasi sumbu pada quadrotor	11
Gambar 3.4 Model inersia quadrotor (Ramadhan and Dharmawan, 2016).....	14
Gambar 3.5 Diagram blok kontroler PID (O'Dwyer, 2006)	15
Gambar 3.6 Grafik osilasi Ziegler Nichols	19
Gambar 3.7 Arsitektur komunikasi sensor dengan DMP (Nasiri et al., 2010)	20
Gambar 3.8 Arsitektur dasar neuron pada JST. (Rinaldi, 2011).....	23
Gambar 3.9 Fungsi aktivasi (a) step (b) sign (c) sigmoid	24
Gambar 3.10 Input neuron (a) single (b) multiple (Rinaldi, 2011).....	25
Gambar 3.11 Struktur PID jaringan syaraf tiruan (Shu and Pi, 2000).....	29
Gambar 4.1 Diagram kerja.....	31
Gambar 4.2 Arsitektur Sistem.....	33
Gambar 4.3 Diagram blok kendali sistem.....	35
Gambar 4.4 Blok diagram konversi sudut ke (a)PWM 1 (b)PWM 2 (c)PWM 3 (d)PWM 4.....	36
Gambar 4.5 Diagram blok kendali PID-JST	37
Gambar 4.6 Rancangan sistem perangkat keras : (a) mekanik keseluruhan, (b) lapisan 1, (c) lapisan 2, (d) lapisan bawah (Ramadhan and Dharmawan, 2016) ..	42
Gambar 4.7 Rancangan sistem elektronik.....	42
Gambar 4.8 Bagan alir program utama	45
Gambar 4.9 Bagan alir fungsi setup	46
Gambar 4.10 Bagan alir cetak serial	46
Gambar 4.11 Diagram alir PID JST	47
Gambar 4.12 Bagan alir keluaran motor	48
Gambar 4.13 Bagan alir stabilisasi sudut (a) <i>pitch</i> , (b) <i>roll</i> , dan (c) <i>yaw</i>	49
Gambar 5.1 Rancangan mekanik quadrotor	52
Gambar 5.2 Implementasi elektronik (a) rancangan (b) implementasi.....	53
Gambar 5.3 Variabel PID.....	53
Gambar 5.4 Kode program pengendali PID.....	54
Gambar 5.5 Kode penentuan setpoint yaw	55
Gambar 5.6 Kode perhitungan <i>Deltatime</i>	56
Gambar 5.7 Kode kendali motor.....	56
Gambar 5.8 Variabel jaringan syaraf tiruan	56
Gambar 5.9 Kode <i>layer input</i> JST.....	57
Gambar 5.10 Kode <i>layer hidden</i> JST.....	57
Gambar 5.11 Kode program <i>output layer</i> PID JST.....	58
Gambar 5.12 Kode pembobotan	58
Gambar 6.1 Hasil simulasi sudut (a) <i>pitch</i> dan <i>roll</i> (b) <i>yaw</i>	60
Gambar 6.2 Grafik sudut <i>pitch</i> hasil simulasi.....	61
Gambar 6.3 Grafik validasi PID sudut <i>pitch</i> tanpa gangguan.....	61
Gambar 6.4 Grafik gangguan PID sudut <i>pitch</i>	62
Gambar 6.5 Grafik Uji gangguan PID sudut <i>pitch</i>	62

Gambar 6.6 Grafik sudut <i>roll</i> hasil simulasi	63
Gambar 6.7 Grafik validasi PID sudut <i>roll</i> tanpa gangguan	63
Gambar 6.8 Grafik gangguan PID sudut <i>roll</i>	64
Gambar 6.9 Grafik Uji gangguan PID sudut <i>roll</i>	64
Gambar 6.10 Grafik sudut <i>yaw</i> hasil simulasi	65
Gambar 6.11 Grafik validasi PID sudut <i>yaw</i> tanpa gangguan	65
Gambar 6.12 Grafik validasi PID sudut <i>yaw</i> dengan gangguan	66
Gambar 6.13 Grafik Uji gangguan PID sudut <i>yaw</i>	66
Gambar 6.14 Grafik PID JST sudut <i>pitch</i> tanpa gangguan	67
Gambar 6.15 Grafik uji gangguan PID JST sudut <i>pitch</i>	68
Gambar 6.16 Grafik PID JST sudut <i>pitch</i> dengan gangguan	68
Gambar 6.17 Grafik perubahan Kp pada sudut <i>pitch</i>	69
Gambar 6.18 Grafik perubahan Ki pada sudut <i>pitch</i>	69
Gambar 6.19 Grafik perubahan Kd pada sudut <i>pitch</i>	69
Gambar 6.20 Grafik PID JST sudut <i>roll</i> tanpa gangguan	70
Gambar 6.21 Grafik uji gangguan PID JST sudut <i>roll</i>	70
Gambar 6.22 Grafik PID JST sudut <i>roll</i> dengan gangguan	71
Gambar 6.23 Grafik perubahan Kp pada sudut <i>roll</i>	71
Gambar 6.24 Grafik perubahan Ki pada sudut <i>roll</i>	71
Gambar 6.25 Grafik perubahan Kd pada sudut <i>roll</i>	71
Gambar 6.26 Grafik PID JST sudut <i>yaw</i> tanpa gangguan	72
Gambar 6.27 Grafik uji gangguan PID JST sudut <i>yaw</i>	73
Gambar 6.28 Grafik PID JST sudut <i>yaw</i> dengan gangguan	73
Gambar 6.29 Grafik perubahan Kp pada sudut <i>yaw</i>	73
Gambar 6.30 Grafik perubahan Kd pada sudut <i>yaw</i>	74
Gambar 6.31 Grafik uji terbang sudut <i>pitch</i>	74
Gambar 6.32 Grafik uji terbang sudut <i>roll</i>	74
Gambar 6.33 Grafik uji terbang sudut <i>yaw</i>	75

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hubungan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya.....	6
Tabel 2.2 Lanjutan	7
Tabel 3.1 Karakteristik PID (Moonumca et al., 2013).....	16
Tabel 3.2 Rumus penalaan PID <i>Ziegler-Nichols</i>	19
Tabel 4.1 Daftar pin yang digunakan	43
Tabel 4.2 Lanjutan	44
Tabel 4.3 Tabel rencana pengujian <i>system</i>	50
Tabel 5.1 Parameter <i>Quadrotor</i>	51
Tabel 6.1 Tabel perbandingan parameter penelitian	76