

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
INTISARI	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	3
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metodologi Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
BAB III LANDASAN TEORI	10
3.1 Robot <i>Quadruped</i>	10
3.2 <i>Gait</i> Robot <i>Quadruped</i>	11
3.3 <i>Inverse Kinematics</i>	12
3.4 <i>Gait Planning</i>	15
3.5 Sensor <i>Inertial Measurement Unit</i> (IMU)	16
3.5.1 Sensor Akselerometer	17
3.5.2 Sensor Giroskop	18
3.6 Logika <i>Fuzzy</i>	19
3.6.1 Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i>	19
3.6.2 Metode Fuzzifikasi Mamdani	19
3.6.3 Defuzzifikasi	20

BAB IV METODE PENELITIAN	21
4.1 Alat dan Bahan	21
4.2 Tahapan Penelitian	23
4.3 Analisis Sistem	24
4.4 Susunan Mekanik Robot	25
4.5 Susunan Elektronik Robot	26
4.6 Rancangan Pola Berjalan	27
4.7 Rancangan Sistem Kendali Kestabilan	29
4.8 Rancangan Penentuan Batas Nilai	34
4.9 Rancangan Pengujian Sistem	35
4.9.1 Rancangan Pengujian Kestabilan <i>Gait Walk</i> Tanpa Kendali <i>Fuzzy</i>	35
4.9.2 Rancangan Pengujian Kestabilan <i>Gait Trot</i> Tanpa Kendali <i>Fuzzy</i>	36
4.9.3 Rancangan Pengujian Kestabilan <i>Gait Walk</i> dengan Kendali <i>Fuzzy</i>	36
4.9.4 Rancangan Pengujian Kestabilan <i>Gait Trot</i> dengan Kendali <i>Fuzzy</i>	36
BAB V IMPLEMENTASI	38
5.1 Implementasi Perangkat Keras	38
5.1.1 Implementasi Mekanik	38
5.1.2 Implementasi Elektronik	39
5.2 Simulasi Sistem Kendali	39
5.3 Pengujian Sistem	44
5.3.1 Pengujian Kestabilan <i>Gait Walk</i> Tanpa Kendali <i>Fuzzy</i>	45
5.3.2 Pengujian Kestabilan <i>Gait Trot</i> Tanpa Kendali <i>Fuzzy</i>	45
5.3.3 Pengujian Kestabilan <i>Gait Walk</i> dengan Kendali <i>Fuzzy</i>	46
5.3.4 Pengujian Kestabilan <i>Gait Trot</i> dengan Kendali <i>Fuzzy</i>	47
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN	49
6.1 Hasil Pengujian Kestabilan <i>Gait Walk</i> Tanpa Kendali <i>Fuzzy</i>	49
6.2 Hasil Pengujian Kestabilan <i>Gait Trot</i> Tanpa Kendali <i>Fuzzy</i>	51
6.3 Hasil Pengujian Kestabilan <i>Gait Walk</i> dengan Kendali <i>Fuzzy</i>	54
6.4 Hasil Pengujian Kestabilan <i>Gait Trot</i> dengan Kendali <i>Fuzzy</i>	58
BAB VII PENUTUP	63



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Analisis Keseimbangan Gait Walk dan Gait Trot pada Robot Quadruped Berdasarkan Sudut Attitude
SUKMA NURUL IZZAH, Dr. Andi Dharmawan, S.Si., M.Cs.; Muhammad Auzan, S.Si., M.Cs.

Universitas Gadjah Mada, 2024 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

7.1 Kesimpulan	63
7.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 <i>Joint</i> dan <i>link</i> pada kaki robot <i>quadruped</i> (Aoi <i>et al.</i> , 2013)	10
Gambar 3.2 Perbedaan bentuk robot <i>quadruped</i> (a) <i>mammal-type</i> , (b) <i>sprawling-type</i> (Zhong <i>et al.</i> , 2019)	11
Gambar 3.3 Proyeksi kaki robot tampak depan	12
Gambar 3.4 Proyeksi kaki robot tampak samping	14
Gambar 3.5 Gambar 6 DoF pada <i>Inertial Measurement Unit</i> (Starlino, 2009)	16
Gambar 3.6 Akselerometer (a) normal, (b) kondisi -x, (c) kondisi -z, (d) berotasi sumbu y (Starlino, 2009)	17
Gambar 3.7 Representasi bentuk ruang vektor akselerometer (Starlino, 2009)	18
Gambar 3.8 Representasi ruang vektor giroskop (Starlino, 2009)	18
Gambar 3.9 Defuzzifikasi Mamdani dengan dua aturan dan dua masukan (Sivandam <i>et al.</i> , 2007)	20
Gambar 4.1 Tahapan penelitian	23
Gambar 4.2 Konfigurasi kaki robot <i>quadruped</i>	26
Gambar 4.3 Rancangan elektronik robot <i>quadruped</i>	27
Gambar 4.4 Diagram <i>gait walk</i> (robot tampak atas)	28
Gambar 4.5 Diagram <i>gait trot</i> (robot tampak atas)	28
Gambar 4.6 Rancangan himpunan <i>fuzzy yaw</i>	30
Gambar 4.7 Rancangan himpunan <i>fuzzy</i> penyesuaian	31
Gambar 4.8 Blok diagram kendali <i>fuzzy</i>	31
Gambar 4.9 Diagram alir kerja sistem keseimbangan robot <i>quadruped</i>	34
Gambar 4.10 Ilustrasi pengukuran perubahan jarak robot dari <i>set point</i>	35
Gambar 5.1 Implementasi rancangan mekanik robot <i>quadruped</i> (a) tampak samping, (b) tampak depan	38
Gambar 5.2 Implementasi rancangan elektronik robot <i>quadruped</i> , (a) posisi SBC dan Arduino, (b) posisi papan distribusi daya dan PWM <i>controller</i>	39
Gambar 5.3 Himpunan <i>fuzzy yaw</i>	40
Gambar 5.4 Himpunan <i>fuzzy</i> penyesuaian	41
Gambar 5.5 Potongan program kendali <i>fuzzy</i>	42
Gambar 5.6 Potongan program kendali penyesuaian nilai <i>gait trot</i>	43
Gambar 5.7 Potongan program kendali penyesuaian nilai <i>gait walk</i>	44
Gambar 6.1 Grafik perubahan jarak posisi robot terhadap <i>set point</i> dengan <i>gait walk</i> tanpa <i>fuzzy</i>	50



Gambar 6.2 Grafik perubahan jarak posisi robot terhadap <i>set point</i> dengan <i>gait trot</i> tanpa <i>fuzzy</i>	53
Gambar 6.3 Grafik perubahan jarak posisi robot terhadap <i>set point</i> dengan <i>gait walk</i> menggunakan <i>fuzzy</i>	56
Gambar 6.4 Grafik perbandingan perubahan jarak posisi robot terhadap <i>set point</i> menggunakan <i>gait walk</i> dengan <i>fuzzy</i> dan tanpa <i>fuzzy</i>	57
Gambar 6.5 Grafik perubahan jarak posisi robot terhadap <i>set point</i> dengan <i>gait trot</i> menggunakan <i>fuzzy</i>	60
Gambar 6.6 Grafik perbandingan perubahan jarak posisi robot terhadap <i>set point</i> menggunakan <i>gait trot</i> dengan <i>fuzzy</i> dan tanpa <i>fuzzy</i>	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Daftar tinjauan pustaka	8
Tabel 2.2 Daftar tinjauan pustaka (lanjutan)	9
Tabel 3.1 Diagram waktu <i>gait walk</i>	16
Tabel 3.2 Diagram waktu <i>gait trot</i>	16
Tabel 4.1 Daftar komponen sistem	21
Tabel 4.2 Daftar peralatan penunjang sistem	22
Tabel 4.3 Daftar nilai penyesuaian sudut <i>gait trot</i>	32
Tabel 4.4 Daftar nilai penyesuaian sudut <i>gait walk</i>	32
Tabel 4.3 Rencana pengujian sistem	37
Tabel 5.1 Nilai parameter fungsi keanggotaan	41
Tabel 6.1 Perubahan sudut <i>yaw</i> dan jarak posisi robot terhadap <i>set point</i> dengan <i>gait walk</i> tanpa kendali <i>fuzzy</i>	49
Tabel 6.2 Perubahan sudut <i>yaw</i> dan jarak posisi robot terhadap <i>set point</i> dengan <i>gait trot</i> tanpa kendali <i>fuzzy</i>	52
Tabel 6.3 Perubahan sudut <i>yaw</i> dan jarak posisi robot terhadap <i>set point</i> dengan <i>gait walk</i> dengan kendali <i>fuzzy</i>	55
Tabel 6.4 Perubahan sudut <i>yaw</i> dan jarak posisi robot terhadap <i>set point</i> dengan <i>gait trot</i> dengan kendali <i>fuzzy</i>	59