

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR SINGKATAN	xvi
Intisari	xvii
Abstract	xviii
1. BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Tujuan.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
2. BAB II DASAR TEORI	6
2.1 Robot Manipulator	6

2.1.1	Link	7
2.1.2	Sendi.....	7
2.1.3	Wrist.....	8
2.1.4	End-effector.....	9
2.1.5	Aktuator Listrik.....	9
2.2	Linear Segments with Parabolic Blends (LSPB)	11
2.3	Sistem Kendali Aktuator Open Loop vs Closed Loop	14
2.4	Sensor Potensiometer	16
2.5	Arduino Due	17
2.6	Catu Daya	18
3.	BAB III SISTEM PERANCANGAN.....	19
3.1	Perancangan Sistem Keseluruhan	19
3.2	Perancangan Mekanik	20
3.2.1	Menentukan Kerangka Koordinat	21
3.2.2	Sendi Rotasi	22
3.2.3	Wrist dan Gripper.....	23
3.3	Perancangan Sistem Elektrik.....	24
3.3.1	Distribusi Catu Daya.....	24
3.3.2	Arduino Due.....	25
3.4	Perancangan Sistem Kendali	27

4.	BAB IV HASIL PENGUJIAN & PEMBAHASAN.....	32
4.1	Pengujian Perangkat Keras.....	32
4.1.1	Uji Linearitas dan Histerisis Potensiometer.....	32
4.1.1.1	Uji Linearitas dan Histerisis Ketika Tanpa Beban	32
4.1.1.2	Uji Linearitas dan Histerisis Ketika Berbeban	37
4.1.1.3	Analisis Linearitas dan Histerisis Potensiometer Ketika Tanpa Beban dengan Berbeban.....	43
4.1.2	Uji Karakteristik Motor Servo	44
4.1.2.1	Dead Zone Servo	44
4.1.2.2	Kalibrasi Servo	49
4.2	Pengujian Sistem untuk Gerak Point to Point	52
4.3	Analisis Hasil Pengujian Sistem untuk Gerak Point to Point.....	58
4.3.1	Analisis Tanpa Beban dan Berbeban	58
4.3.2	Analisis Keterlambatan Gerak Sendi Dalam Mengikuti Trajectory	59
4.4	Pengujian Sistem untuk Gerak Continuous Path Tracking dengan Linear Segments with Parabolic Blends.....	59
4.4.1	Pengujian Pertama Gerak Dengan Perhentian di Setiap Titik Singgah.....	60
4.4.2	Pengujian Kedua Gerak Dengan Perhentian di Setiap Titik Singgah.....	65

4.4.3	Hasil Pengujian Pertama dan Pengujian Kedua	70
4.4.4	Hasil Pengujian Secara Berulang	71
4.5	Analisis Hasil Pengujian Sistem untuk Gerak Continuous Path Tracking.....	73
5.	BAB V KESIMPULAN & SARAN	74
5.1	Kesimpulan.....	74
5.2	Saran	74
	DAFTAR PUSTAKA	76
	LAMPIRAN	77

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Konfigurasi link pada lengan manipulator.....	21
Tabel 3.3 Perhitungan beban maksimum yang dapat ditanggung oleh manipulator	23
Tabel 3.4 Konfigurasi PIN di modul Arduino Due pada sistem	26
Tabel 4.1 Hasil pengukuran error histeresis.....	43
Tabel 4.2 Hasil uji gerak point to point motion pada motor servo 1 (HS-5645MG)	54
Tabel 4.3 Hasil uji gerak point to point motion pada motor servo 2 (HS-805MG)	55
Tabel 4.4 Hasil uji gerak point to point motion pada motor servo 3 (DF15MG) .	56
Tabel 4.5 Hasil uji gerak point to point motion pada motor servo 4 (DF05BB) ..	57
Tabel 4.6 Hasil uji gerak point to point motion pada motor servo 5 (HS-311)	58
Tabel 4.7 Konfigurasi sendi di setiap titik singgah.....	60
Tabel 4.8 Hasil uji pergerakan motor 1 (HS-5645MG) di setiap titik singgah pada pengujian pertama.....	61
Tabel 4.9 Hasil uji pergerakan motor 2 (HS-805MG) di setiap titik singgah pada pengujian pertama.....	62
Tabel 4.10 Hasil uji pergerakan motor 3 (DF15MG) di setiap titik singgah pada pengujian pertama.....	63
Tabel 4.11 Hasil uji pergerakan motor 4 (DF05BB) di setiap titik singgah / pada pengujian pertama.....	64

Tabel 4.12 Hasil uji pergerakan motor servo 5 (HS-311) di setiap titik singgah pada pengujian pertama.....	65
Tabel 4.13 Hasil uji pergerakan motor 1 (HS-5645MG) di setiap titik singgah pada pengujian kedua.....	66
Tabel 4.14 Hasil uji pergerakan motor 2 (HS-805MG) di setiap titik singgah pada pengujian kedua.....	67
Tabel 4.15 Hasil uji pergerakan motor 3 (DF15MG) di setiap titik singgah pada pengujian kedua.....	68
Tabel 4.16 Hasil uji pergerakan motor 4 (DF05BB) di setiap titik singgah pada pengujian kedua.....	69
Tabel 4.17 Hasil uji pergerakan motor 5 (HS-311) di setiap titik singgah pada pengujian kedua	70
Tabel 4.18 Konfigurasi sendi di setiap titik singgah pada sendi 1 (HS-5645MG)	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Robot manipulator dengan 5 DOF	7
Gambar 2.2 Link robot manipulator.....	7
Gambar 2.3 Ilustrasi dari sendi revolute dan sendi prismatic	8
Gambar 2.4 Ilustrasi dari kinematik spherical wrist	8
Gambar 2.5 Ilustrasi end-effector	9
Gambar 2.6 Motor servo Hitec HS-805MG.....	10
Gambar 2.7 Sinyal Pulse Width Modulation pada motor servo.....	10
Gambar 2.8 Blend time pada trajectory LSPB.....	12
Gambar 2.9 Blok diagram sistem kendali open-loop.....	15
Gambar 2.10 Blok diagram sistem kendali closed-loop	15
Gambar 2.11 Potensiometer	16
Gambar 2.12 Modul Arduino Due	17
Gambar 2.13 Catu daya.....	18
Gambar 3.1 Rancangan sistem Keseluruhan.....	19
Gambar 3.2 Robot manipulator dengan sistem kendali	20
Gambar 3.3 Robot manipulator dengan 5 DOF	21
Gambar 3.4 Kerangka koordinat dari robot manipulator	22
Gambar 3.5 Desain lengan penghubung dan penempatan potensiometer pada lengan	22
Gambar 3.6 (a) Desain wrist (b) Desain gripper	24
Gambar 3.7 Distribusi catu daya sistem.....	24

Gambar 3.8 Konfigurasi PIN pada modul arduino DUE	27
Gambar 3.9 Flowchart perancangan sistem kendali	28
Gambar 3.10 Flowchart Algoritma Linear Segments with Parabolic Blends	30
Gambar 4.1 Grafik linearitas dan histeresis potensiometer pada servo 1 (HS-5645MG) ketika tanpa beban	33
Gambar 4.2 Grafik linearitas dan histeresis potensiometer pada servo 2 (HS-805MG) ketika tanpa beban	34
Gambar 4.3 Grafik linearitas dan histeresis potensiometer pada servo 3 (DF15MG) ketika tanpa beban	35
Gambar 4.4 Grafik linearitas dan histeresis potensiometer pada servo 4 (DF05BB) ketika tanpa beban	36
Gambar 4.5 Grafik linearitas dan histeresis potensiometer pada servo 5 (HS-311) ketika tanpa beban	37
Gambar 4.6 Grafik linearitas dan histeresis potensiometer pada servo 1 (HS-5645MG) ketika berbeban	38
Gambar 4.7 Grafik linearitas dan histeresis potensiometer pada servo 2 (HS-805MG) ketika berbeban	39
Gambar 4.8 Grafik linearitas dan histeresis potensiometer pada servo 3 (DF15MG) ketika berbeban	40
Gambar 4.9 Grafik linearitas dan histeresis potensiometer pada servo 4 (DF05BB) ketika berbeban	41
Gambar 4.10 Grafik linearitas dan histeresis potensiometer pada servo 5 (HS-311) ketika berbeban	42

Gambar 4.11 Grafik dead zone servo 1 (HS-5645MG)	44
Gambar 4.12 Grafik dead zone servo 2 (HS-805MG)	45
Gambar 4.13 Grafik dead zone servo 3 (DF15MG)	46
Gambar 4.14 Grafik dead zone servo 4 (DF05BB).....	47
Gambar 4.15 Grafik dead zone servo 5 (HS-311).....	48
Gambar 4.16 Grafik rentang lebar pulsa PWM pada servo 1 (HS-5645MG).....	49
Gambar 4.17 Grafik rentang lebar pulsa PWM pada servo 2 (HS-805MG).....	50
Gambar 4.18 Grafik rentang lebar pulsa PWM pada servo 3 (DF15MG).....	51
Gambar 4.19 Grafik rentang lebar pulsa PWM pada servo 4 (DF05BB)	51
Gambar 4.20 Grafik rentang lebar pulsa PWM pada servo 5 (HS-311)	52
Gambar 4.21 Grafik pengujian LSPB pada motor servo 1	54
Gambar 4.22 Grafik pengujian LSPB pada motor servo 2	55
Gambar 4.23 Grafik pengujian LSPB pada motor servo 3	56
Gambar 4.24 Grafik pengujian LSPB pada motor servo 4 (DF05BB)	57
Gambar 4.25 Grafik pengujian LSPB pada motor servo 5 (HS-311)	58
Gambar 4.26 Lokasi titik yang dituju	60
Gambar 4.27 Grafik pergerakan motor servo 1 (HS-5645MG) pada pengujian pertama.....	61
Gambar 4.28 Grafik pergerakan motor servo 2 (HS-805MG) pada pengujian pertama.....	62
Gambar 4.29 Grafik pergerakan motor servo 3 (DF15MG) pada pengujian pertama.....	63

Gambar 4.30 Grafik pergerakan motor servo 4 (DF05BB) pada pengujian pertama	64
Gambar 4.31 Grafik pergerakan motor servo 5 (HS-311) pada pengujian pertama	65
Gambar 4.32 Grafik pergerakan motor servo 1 (HS-5645MG) pada pengujian kedua	66
Gambar 4.33 Grafik pergerakan motor servo 2 (HS-805MG) pada pengujian kedua	67
Gambar 4.34 Grafik pergerakan motor servo 3 (DF15MG) pada pengujian kedua	68
Gambar 4.35 Grafik pergerakan motor servo 4 (DF05BB) pada pengujian kedua	69
Gambar 4.36 Grafik pergerakan motor servo 5 (HS-311) pada pengujian kedua	70
Gambar 4.37 Hasil pengujian pertama dan pengujian kedua.....	71
Gambar 4.38 Hasil pengujian berulang 4 kali.....	71
Gambar 4.39 Hasil End-effector untuk mencapai (a) target 1 (b) target 2	72
Gambar 4.40 Hasil perekaman ulang pada manipulator untuk mencapai target 1.....	72
Gambar 4.41 Hasil perekaman ulang pada manipulator untuk mencapai target 2.....	73

DAFTAR SINGKATAN

D

DOF *Degree Of Freedom*

L

LSPB *Linear Segment with Parabolic Blend*