

HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR SINGKATAN.....	xi
INTISARI.....	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan 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 Dasar Teori	8
2.2.1 <i>Soft Robot</i>	8
2.2.2 <i>First Order System</i>	11
2.2.3 <i>Second Order Systems</i>	12
2.2.4 <i>Polynomial Curve Fitting</i>	15
2.2.5 <i>Root Mean Square Error</i>	15
BAB III Metode Penelitian.....	17
3.1 Alat dan Bahan Tugas akhir	17
3.1.1 Alat Tugas akhir.....	17
3.2 Metode yang Digunakan.....	23
3.3 Alur Tugas Akhir	24
BAB IV Hasil dan Pembahasan.....	30
4.1 Perhitungan Sudut Lengkung pada Robot Lunak	30
4.2 Analisis Sudut Lengkung Robot lunak terhadap Waktu	31
4.2.1 Plot Sudut Lengkung Robot lunak terhadap Waktu	31
4.2.2 <i>Reducing Noise on Plot</i>	35
4.2.3 <i>First Order System's Response</i>	40



4.2.4	<i>Second Order System's Response</i>	45
4.2.5	<i>Root Mean Squared Error</i>	51
4.3	Analisis Sudut Lengkung <i>Steady-state</i> Robot Lunak terhadap Tekanan Udara	52
4.3.1	Polinomial	53
4.3.2	Eksponensial	54
4.3.3	<i>Root Mean Squared Error</i>	55
4.4	Analisis Data Sudut Lengkung <i>Steady-state</i> terhadap Sudut Lengkung Aktual Robot Lunak	56
BAB V	Kesimpulan dan Saran	58
5.1	Kesimpulan	58
5.2	Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	L-1
L.1	Komunikasi antara Arduino Uno dengan <i>Raspberry Pi</i> 4B	L-1
L.2	<i>Source Code</i> Kamera	L-2

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Spesifikasi Arduino UNO	19
Tabel 3.2	Spesifikasi <i>air compressor</i>	20
Tabel 3.3	Spesifikasi <i>Electro-pneumatic regulator</i> ITV3050-214S	21
Tabel 4.1	Perbandingan RMSE pada <i>first order system</i> dan <i>second order system</i>	52
Tabel 4.2	Perbandingan RMSE pada fungsi polinomial dan eksponensial	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Robot lunak berbentuk lengan.....	2
Gambar 2.1	Pendekatan menggunakan <i>Piecewise Constant Curvature</i> [1].....	6
Gambar 2.2	Pendekatan menggunakan <i>Bernoulli-Euler Beam</i> [2].....	6
Gambar 2.3	Robot gripper [3].....	9
Gambar 2.4	Robot eversi [4].....	10
Gambar 2.5	Robot berbentuk lengan saat tidak ada tekanan udara	10
Gambar 2.6	Robot berbentuk lengan saat diberikan tekanan udara	11
Gambar 2.7	<i>First order system response</i>	12
Gambar 2.8	<i>Underdamped system</i>	13
Gambar 2.9	<i>Critically damped system</i>	13
Gambar 2.10	<i>Overdamped system</i>	14
Gambar 2.11	<i>Unit-step response curve</i> [5, pp. 170].....	15
Gambar 3.1	<i>Soft robot arm</i>	17
Gambar 3.2	Raspberry Pi 4B.....	18
Gambar 3.3	Arduino UNO	18
Gambar 3.4	<i>Air compressor</i>	20
Gambar 3.5	<i>Electro-pneumatic regulator</i>	21
Gambar 3.6	<i>Power supply</i>	22
Gambar 3.7	<i>Webcam</i>	22
Gambar 3.8	Deteksi warna merah pada <i>computer vision</i>	23
Gambar 3.9	Alur tugas akhir	24
Gambar 3.10	Diagram sistem robot lunak	25
Gambar 3.11	Pengukuran tekanan udara.....	25
Gambar 3.12	<i>Flowchart</i> robot lunak	26
Gambar 3.13	Robot lunak rusak.....	27
Gambar 3.14	<i>Flowchart</i> kamera.....	28
Gambar 4.1	Titik-titik pada robot lunak	30
Gambar 4.2	Sudut lengkung robot lunak	31
Gambar 4.3	Plot tekanan udara 0 bar	32
Gambar 4.4	Plot tekanan udara 0,02 bar.....	32
Gambar 4.5	Plot tekanan udara 0,04 bar.....	33
Gambar 4.6	Plot tekanan udara 0,06 bar.....	33
Gambar 4.7	Plot tekanan udara 0,08 bar.....	34
Gambar 4.8	Plot tekanan udara 0,10 bar.....	34
Gambar 4.9	Plot tekanan udara 0,12 bar.....	35
Gambar 4.10	Plot tekanan udara 0,14 bar.....	35
Gambar 4.11	Plot tekanan udara 0 bar	36
Gambar 4.12	Plot tekanan udara 0,02 bar.....	36
Gambar 4.13	Plot tekanan udara 0,04 bar.....	37
Gambar 4.14	Plot tekanan udara 0,06 bar.....	37
Gambar 4.15	Plot tekanan udara 0,08 bar.....	38
Gambar 4.16	Plot tekanan udara 0,1 bar	38
Gambar 4.17	Plot tekanan udara 0,12 bar.....	39



Gambar 4.18	Plot tekanan udara 0,14 bar	39
Gambar 4.19	Respon sistem saat tekanan udara 0,04 bar	41
Gambar 4.20	Respon sistem saat tekanan udara 0,06 bar	42
Gambar 4.21	Respon sistem saat tekanan udara 0,08 bar	42
Gambar 4.22	Respon sistem saat tekanan udara 0,1 bar	43
Gambar 4.23	Respon sistem saat tekanan udara 0,12 bar	44
Gambar 4.24	Respon sistem saat tekanan udara 0,14 bar	44
Gambar 4.25	Respon sistem saat tekanan udara 0,04 bar	46
Gambar 4.26	Respon sistem saat tekanan udara 0,06 bar	47
Gambar 4.27	Respon sistem saat tekanan udara 0,08 bar	48
Gambar 4.28	Respon sistem saat tekanan udara 0,1 bar	49
Gambar 4.29	Respon sistem saat tekanan udara 0,12 bar	50
Gambar 4.30	Respon sistem saat tekanan udara 0,14 bar	51
Gambar 4.31	Plot sudut lengkung <i>steady-state</i> robot lunak terhadap tekanan udara	52
Gambar 4.32	Model polinomial	53
Gambar 4.33	Model eksponensial	54
Gambar 4.34	Tekanan udara 0,08 bar	56
Gambar 4.35	Tekanan udara 0,10 bar	56
Gambar 4.36	Tekanan udara 0,12 bar	57
Gambar 4.37	Tekanan udara 0,14 bar	57

DAFTAR SINGKATAN

AC	=	Alternating Current
DC	=	Direct Current
GND	=	Ground
ODE	=	Ordinary Differential Equation
PCC	=	Piecewise Constant Curvature
PWM	=	Pulse Width Modulation
RMSE	=	Root Mean Square Error
USB	=	Universal Serial Bus