

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metode Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 <i>Hardware in The Loop</i>	6
2.1.1 Perbedaan HIL dan SIL	6
2.1.2 Penggunaan HIL pada Penelitian Sebelumnya	7
2.2 State Estimator	8
2.2.1 Syarat <i>Observability</i> pada Sistem Orde 2	8
2.2.2 Gain L State Estimator	9
2.2.3 Aplikasi <i>State Estimator</i> pada Penelitian sebelumnya	10
2.3 Pemodelan <i>Ball and Beam</i>	10

2.4 Matlab	12
2.5 Arduino UNO	12
2.6 Motor Servo	13
2.7 HC-SR04.....	14
2.8 Data <i>acquisition system</i>	14
BAB III PERANCANGAN SISTEM.....	16
3.1 Desain Sistem.....	16
3.1.1 Diagram Blok	16
3.1.2 Fungsi dan Fitur	17
3.2 Desain Perangkat Keras	18
3.2.1 Desain Perangkat Keras Simulator HIL.....	18
3.2.2 Desain Perangkat Keras Potentiometer-Simulink	19
3.2.3 Desain Perangkat Keras <i>Real Plant</i>	20
3.3 Desain perangkat lunak.....	22
3.4 Pemodelan <i>State-Space</i> pada <i>ball and beam</i>	24
3.5 Perancangan Gain State Estimator	25
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS	27
4.1 Pengujian Simulasi <i>Ball and Beam</i>	27
4.1.1 Pengujian <i>Open-loop</i>	27
4.1.2 Pengujian <i>Closed-loop</i>	29
4.1.3 Pengujian Simulasi <i>Real Sinyal</i>	31
4.2 Pengujian Simulator HIL <i>Ball and Beam</i>	33
4.2.1 Pengujian <i>Open-loop</i> HIL	34
4.2.2 Pengujian <i>Closed-loop</i> HIL	35
4.3 Pengujian <i>Real Plant ball and Beam</i>	38
4.3.1 Pengujian <i>Open-loop Real Plant</i>	38

4.3.2 Pengujian <i>Closed-loop Real Plant</i>	39
4.3.2.1 Pengujian <i>Closed-loop</i> Dengan Bola Pingpong.....	40
4.3.2.2 Pengujian <i>Closed-loop</i> Dengan Bola Squash.....	41
4.4 Perbandingan Hasil pengujian.....	42
4.4.1 Perbandingan Hasil Pengujian Simulasi, HIL dan <i>Real Plant</i>	42
4.4.2 Perbandingan Hasil Pengujian Dengan dan Tanpa <i>State Estimator</i> .	45
BAB V PENUTUP	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA.....	50
LAMPIRAN	52