



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	ii
HALAMAN MOTTO	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
DAFTAR SIMBOL	xiv
INTISARI	xv
ABSTRACT	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	12
2.2.1 Sistem <i>Cart Inverted Pendulum</i>	12
2.2.2 Dinamika Gerak <i>Cart Inverted Pendulum</i>	13
2.2.3 Linearisasi Sistem CIP	15
2.2.4 Identifikasi Model CIP	15
2.2.5 Sistem Kendali PID	17



2.2.6	Karakteristik Respons Sistem	25
2.3	Hipotesis	26
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		27
3.1	Metode Penelitian	27
3.1.1	Studi Literatur	27
3.1.2	Perancangan Alat	27
3.1.3	Pembuatan Alat	28
3.1.4	Pengujian Alat	28
3.1.5	Pengambilan dan Analisis Data	28
3.1.6	Kesimpulan dan Saran	29
3.1.7	Diagram Alir Metode Penelitian	29
3.2	Alat dan Bahan	30
3.2.1	Alat	30
3.2.2	Bahan	30
3.3	Perancangan Sistem	31
3.3.1	Perancangan Desain Mekanik	32
3.3.2	Perancangan Sistem Elektronik	34
3.3.3	Perancangan Desain Elektronik	41
3.3.4	Perancangan <i>Graphical User Interface</i>	44
3.3.5	Pemodelan Matematis Sistem CIP	57
3.3.6	Perancangan Kendali PID	60
3.3.7	Perancangan Program Simulasi MATLAB	61
3.3.8	Perancangan Program Mikrokontroler	63
3.4	Prosedur Pengujian Alat	64
3.5	Pengambilan dan Analisis Data	65
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		66
4.1	Perakitan Sistem	66
4.1.1	Hasil Perakitan Mekanik	66
4.1.2	Hasil Perakitan Elektronik	67
4.1.3	Hasil Antarmuka GUI	68
4.2	Validasi Model Matematis Sistem CIP	69
4.2.1	Pengambilan Data	69
4.2.2	Analisis <i>Pole-Zero Map</i>	69
4.2.3	Perbandingan Model Matematis dengan Model <i>Real</i>	70
4.3	Pengujian Kendali PID pada Simulasi GUI	71
4.3.1	Kombinasi 1	71



4.3.2	Kombinasi 2	72
4.3.3	Kombinasi 3	72
4.3.4	Kombinasi 4	73
4.3.5	Kombinasi 5	74
4.3.6	Rangkuman Pengujian pada Simulasi GUI	74
4.4	Pengujian Kendali PID pada Sistem CIP	75
4.4.1	Penentuan Nilai Parameter Awal (<i>Baseline Tuning</i>) . . .	75
4.4.2	Analisis Pengaruh Variasi <i>Gain</i>	76
4.4.3	Penentuan Nilai Parameter PID Terbaik Hasil Simulasi .	80
4.4.4	Penyesuaian Parameter PID pada Sistem <i>Real (Fine Tuning)</i>	82
BAB 5 PENUTUP		86
5.1	Kesimpulan	86
5.2	Saran	86
DAFTAR PUSTAKA		88
LAMPIRAN		L - 1
A	Dokumentasi	L - 1