DAFTAR ISI

Hal

LEMBAR PENGESAHAN i

LEMBAR PERNYATAAN ii

ABSTRAK iii

ABSTRACT iv

KATA PENGANTAR v

DAFTAR ISI vi

DAFTAR GAMBAR x

DAFTAR TABEL xiv

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Maksud dan Tujuan 1

1.3 Batasan Masalah 2

1.4 Metode Penelitian 2

1.5 Sistematika Penulisan 3

BAB II TEORI PENUNJANG 5

2.1 Sistem Kontrol 5

2.1.1 Contoh Sistem Kontrol 6

2.1.2 Kontrol Closed-Loop dan Kontrol Open-Loop 8

2.2 Inverted Pendulum 10

2.2.1 Penerapan dari Inverted Pendulum 12

2.3 Permasalahan Pada Inverted Pendulum 14

2.4 Berbagai Solusi Perancangan Inverted Pendulum 17

2.4.1 Sistem Mekanik (*Mechanical System*) 18

Hal

2.4.2 Feedback Network 25
2.4.3 Controller 26
2.4.4 Implementasi *Controller* menggunakan Mikrokontroler.....29
2.4.5 Pilihan Rancangan dan Alasannya.....29
2.5 Tahapan Pendisainan Kontroler.....31
2.5.1 Pemodelan Matematik Sistem Inverted Pendulum.....31
2.5.2 Respon Transien dan Steady State.....44
2.5.3 Root Locus.....46
2.5.4 Formulasi Design Requirements.....48
2.5.5 Kontrol PID.....49
2.6 Perangkat Keras.....55
2.6.1 Mikrokontroler.....55
2.6.2 Pendulum 56
2.6.3 Motor DC servo 57
2.6.4 Linear Aktuator.....59
2.6.5 Rotary Encoder 59
2.6.6 Bluetooth 60
2.6.7 Tablet PC 60
2.6.8 Catu Daya 61
2.7 Perangkat Lunak 61
2.7.1 MATLAB 62
2.7.2 AVR Studio.....63
2.7.3 Eagle CadSoft 64

Hal

BAB III PERANCANGAN DAN ANALISA 65

3.1 Perancangan Perangkat Keras dan Implementasinya 65

3.1.1 Sistem Mekanik (*Mechanical System*).....65

3.1.2 Feedback Network 67

3.1.3 Motor Driver 67

3.1.4 Controller 68

3.1.5 Tablet untuk Antarmuka Pengguna 68

3.1.6 Konfigurasi Perangkat Keras 69

3.1.7 Cara Kerja Alat 69

3.2 Analisa Sistem Tidak Terkompensasi 70

3.2.1 Analisa Respon Transien dan Steady State Sistem Inverted Pendulum 70

3.2.2 Root Locus dari Sistem Tidak Terkompensasi 73

3.3 Kebutuhan Desain.....75

3.4 Pendisainan Kontrol PID Menggunakan Metode Root Locus 76

3.5 Analisa Sistem Terkompensasi.....80

3.6 Desain Kontrol PID Diskrit. 85

3.7 Perancangan Perangkat Lunak (Kernel) 87

3.7.1 Perangkat Lunak Pada Prosesor Kontrol 87

3.7.2 Perangkat Lunak Pada Prosesor sensor 95

3.8 Integrasi 101

3.8.1 Wiring Diagram 101

3.8.2 Mengintegrasikan Kernel pada Mikrokontroler 102

Hal

BAB IV PENGUJIAN DAN EVALUASI.....104
4.1 Pengujian 104
4.1.1 Respon Sistem Tidak Terkompensasi.....105
4.1.2 Respon Sistem Terkompensasi 106
4.1.3 Respon Sistem Terhadap *Disturbance*.....107
4.2 Evaluasi.....108
BAB V Kesimpulan dan saran 109
5.1 Kesimpulan.....109
5.2 Saran 109
DAFTAR PUSTAKA 110
LAMPIRAN A PERSAMAAN SISTEM INVERTED PENDULUM.....1
LAMPIRAN B PERHITUNGAN TORSI MOTOR.....12
LAMPIRAN C SPESIFIKASI PERANGKAT KERAS DAN PERANGKAT LUNAK YANG DIGUNAKAN.....14
LAMPIRAN D DIAGRAM SKEMATIK SISTEM INVERTED PENDULUM..18
LAMPIRAN F SOURCE CODE AVR.....25