

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Representasi sistem dalam bentuk persamaan ruang keadaan 7

Gambar 2.2 Luasan control area untuk sistem diredam lebih..... 8

Gambar 2.3 Sistem kontrol optimal dengan umpan balik keadaan 11

Gambar 2.4 Motor Dc 13

Gambar 2.5 Arduino Uno 14

Gambar 2.6 Rangkaian Driver Motor 16

Gambar 2.7 Rotary Encoder Absolut..... 17

Gambar 2.8 Rotary Encoder Relatif..... 18

Gambar 2.9 Sinyal PWM Secara Umum 19

Gambar 3.1 Desain Rancangan Perangkat Keras 21

Gambar 4.1 Gambar Blok Diagram Sistem 23

Gambar 4.2 Gambar Rancangan Mekanik..... 25

Gambar 4.3 Rangkaian Sensor *Rotary Encoder* 25

Gambar 4.4 Letak *Optical IC* Pada Piringan Berpola..... 26

Gambar 4.5 Rangkaian Driver Motor 26

Gambar 4.6 Konfigurasi Kaki I/O dari Arduino uno 27

Gambar 4.7 Diagram Blok Aplikasi Perancangan Kontroler pada alat 27

Gambar 4.8 Grafik respon kecepatan motor DC. 28

Gambar 4.9 Flowchart implementasi Linear Quadratic Regulator 31

Gambar 4.10 Diagram Alir Proses berputarnya alat penghancur es 32

Gambar 5.1 Hasil Pengujian *Rotary Encoder* Menggunakan Osiloskop..... 35

Gambar 5.2 Grafik Hubungan Antara Rpm dan Counter 36

Gambar 5.3 Diagram Blok Pengujian *Driver Motor DC*..... 37

Gambar 5.4 Hasil Pengujian Pulse Width Modulation (PWM)..... 38

Gambar 5.5 Diagram Pengujian Komunikasi arduino Uno 39



Gambar 5.6 Blok simulink LQR pada Matlab41

Gambar 5.7 Grafik respon transien dengan $Q=1$ dan kecepatan 1200 rpm.....42

Gambar 5.8 Grafik respon transien dengan $Q=1$ dan kecepatan 1500 rpm.....42

Gambar 5.9 Grafik respon transien dengan $Q=1$ dan kecepatan 1800 rpm.....42

Gambar 5.10 Grafik respon transien dengan $Q=1$ dan kecepatan 1950 rpm....43

Gambar 5.11 Grafik respon transien dengan $Q=1$ dan kecepatan 1800 rpm44

Gambar 5.12 Grafik respon transien dengan $Q=2$ dan kecepatan 1800 rpm45

Gambar 5.13 Grafik respon transien dengan $Q=3$ dan kecepatan 1800 rpm45

Gambar 5.14 Grafik respon antara PID dan LQR.....47

