

DAFTAR ISI

PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Sistematika Pembahasan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Sekilas Tentang Roti.....	6
2.2 <i>Screw Conveyor</i>	8
2.3 Motor DC	8
2.3.1 Prinsip Kerja Motor DC	8
2.3.2 Pengaturan Motor DC	10
2.4 Mikrokontroler ATmega 8535	11
2.5 <i>Rotary Encoder</i>	15
2.5.1 <i>Absolute Rotary Encoder</i>	16
2.5.2 <i>Incremental Rotary Encoder</i>	19

2.6	LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>).....	23
2.7	Kontroler	24
2.8	Kontroler Proporsional Integral Deferensial (PID)	25
2.8.1	Kontroler Proporsional	25
2.8.2	Kontroler Integral	26
2.8.3	Kontroler Diferensial	27
2.8.4	Kontroler PID	28
2.8.5	Metode Tuning PID	30
2.9	<i>Pulse Width Modulation</i> (PWM).....	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		37
3.1	Penentuan Spesifikasi Alat.....	37
3.2	Perancangan dan Realisasi Pembuatan Alat.....	39
3.2.1	Perancangan Perangkat Keras	39
3.2.2	Perancangan dan Penyusunan Perangkat Lunak.....	41
3.3	Pengujian Alat	41
3.3.1	Pengujian Tiap Blok.....	41
3.3.2	Pengujian Keseluruhan Sistem.....	41
3.4	Pengambilan Kesimpulan.....	42
BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT		43
4.1	Perancangan Sistem	43
4.2	Perancangan Perangkat Keras	44
4.2.1	Perancangan Mekanik	44
4.2.2	Perancangan Desain Sistem Elektronik.....	46
4.2.2.1	Perancangan Sensor <i>Rotary Encoder</i>	47

4.2.2.2	Perancangan Rangkaian Mikrokontroler Pengatur Utama	48
4.2.2.3	Perancangan Rangkaian <i>Driver</i> Pengendali Motor DC.....	50
4.3	Perancangan Perangkat Lunak.....	51
4.3.1	Perancangan Sistem Logika PID serta implementasinya pada mikrokontroler.....	51
4.3.2	Perancangan Diagram Alir Program Utama Kontroler PID.....	56
4.3.3	Diagram Alir Subrutin Proses PID Sensor.....	57
BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS		59
5.1	Pengujian Sensor <i>Rotary Encoder</i>	59
5.2	Pengujian Driver Motor	60
5.2.1	Pengujian Rangkaian Switching Motor.....	60
5.2.2	Pengujian Driver Kecepatan.....	61
5.3	Penentuan Parameter Kontroler PID.....	62
5.4	Hasil Pengujian	66
5.4.1	Set Point 150 rpm	66
5.4.2	Set Point 200 rpm	71
5.4	Pengujian Keseluruhan Sistem.....	77
BAB VI PENUTUP.....		72
6.1	Kesimpulan.....	86
6.2	Saran	86
DAFTAR PUSTAKA.....		88
LAMPIRAN 1 FOTO ALAT		
LAMPIRAN 2 LISTING PROGRAM MIKROKONTROLER UTAMA ATMEGA32 DAN MIKROKONTROLER SLAVE ATMEGA8		
LAMPIRAN 3 DATASHEET		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Alir Proses Pembuatan Roti..... 7

Gambar 2.2 Susunan *Screw Conveyor* 8

Gambar 2.3 Rangkaian Dasar Motor DC..... 9

Gambar 2.4 Fungsi Alih Motor DC..... 11

Gambar 2.5 Konfigurasi Pin ATmega8535 13

Gambar 2.6 Blok Penyusun *Rotary Encoder* 15

Gambar 2.7 Rangkaian Tipikal Penghasil Pulsa pada *Rotary Encoder*..... 16

Gambar 2.8 Contoh Susunan Pola 16 Cincin Konsentris pada Absolut Encoder 17

Gambar 2.9 Contoh Piringan dengan 10 Cincin dan 10 LED – Photo-Transistor untuk Membentuk Sistem Biner 10 bit. 17

Gambar 2.10 Contoh Diagram Keluaran Absolut Encoder 4-bit Tipe Gray Code.... 18

Gambar 2.11 Diagram Keluaran Absolut Encoder 4-bit Tipe Binary Code 19

Gambar 2.12 Susunan Piringan untuk Incremental Encoder 20

Gambar 2.13 Contoh Pola Keluaran Incremental Encoder 21

Gambar 2.14 Output dan Arah Putaran pada Resolusi yang Berbeda-beda 21

Gambar 2.15 Sinyal Keluaran Encoder untuk Pengukuran Kecepatan dengan Frequencymeter..... 22

Gambar 2.16 LCD Character 2x16..... 23

Gambar 2.17 Diagram Blok Kontroler Proporsional..... 26

Gambar 2.18 Diagram Blok Kontroler Integral 27

Gambar 2.19 Diagram Blok Kontroler Diferensial 28

Gambar 2.20 Diagram Blok Kontroler PID 30

Gambar 2.22 Fungsi Waktu antara Sinyal Keluaran dan Sinyal Masukan Kontroler PID 30

Gambar 2.23 Kurva Respons *Unit Step* yang Menunjukkan 25% *Maximum Overshoot*..... 31

Gambar 2.24 Respons Plant Terhadap Masukan Berupa *Unit Step* 31

Gambar 2.25 Respon *Plant* Berbentuk *S* 32

Gambar 2.26 Sistem *Loop* Tertutup dengan Kontroler Proporsional 33

Gambar 2.27 Osilasi Berkesinambungan dengan Periode *Pcr* 33

Gambar 2.28 Kurva Tanggapan Sistem dengan Karakteristik *Transient Respon* ... 35

Gambar 2.29 Sinyal PWM secara Umum 36

Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Screw Konveyor 39

Gambar 3.2 *Screw Conveyor* dan *Belt Conveyor* 40

Gambar 3.3 Diagram Blok Pengujian Sistem secara Keseluruhan 41

Gambar 4.1 Diagram Blok Sistem Screw Konveyor 43

Gambar 4.2 Perspektif Desain Mekanik *Dough divider* 44

Gambar 4.3 *Dough Divider* Tampak Samping 45

Gambar 4.4 *Dough Divider* Tampak Atas 45

Gambar 4.5 *Screw Conveyor* dan *Belt Conveyor* 46

Gambar 4.6 Rangkaian Konverter AC ke DC 24V 47

Gambar 4.7 Rangkaian Sensor *Rotary Encoder* 48

Gambar 4.8 Letak *Optical IC* pada Piringan Berpola 48

Gambar 4.9 Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega 8535 49

Gambar 4.10 Rangkaian Driver Motor 50

Gambar 4.11 Diagram Blok Kontroler PID 52

Gambar 4.12 Diagram Alir Program Mikrokontroler 57

Gambar 4.13 Diagram Alir Subrutin Proses PID Sensor 58

Gambar 5.1 Diagram Blok Pengujian Rangkaian *Switching* 60

Gambar 5.2 Hasil Pengujian Tegangan Suplai Beban dan Arus Kumputan *Relay* Mode AC 61

Gambar 5.3 Grafik Keluaran Rangkaian Driver Motor 62

Gambar 5.4 Grafik Respon Kecepatan Motor *Screw Conveyor* dengan $K_p= 1$ 65

Gambar 5.5 Grafik Respon Kecepatan Motor *Screw Conveyor* dengan $K_p= 2$ 65

Gambar 5.6 Grafik Respon Kecepatan Motor *Screw Conveyor* Saat Terjadi Osilasi Kesenambungan dengan $K_p= 3$ 66

Gambar 5.7 Grafik Respon Kecepatan Motor *Screw Conveyor* pada Set Point 150 rpm Tanpa Beban 67

Gambar 5.8 Grafik Respon Kecepatan Motor *Screw Conveyor* pada Set Point 150rpm Beban 1kg 68

Gambar 5.9 Grafik Respon Kecepatan Motor *Screw Conveyor* pada Set Point 150rpm Beban 2kg 69

Gambar 5.10 Grafik Respon Kecepatan Motor *Screw Conveyor* pada Set Point 150rpm Beban 3kg 70

Gambar 5.11 Grafik Respon Kecepatan Motor *Screw Conveyor* pada Set Point 150rpm Beban 4kg 71

Gambar 5.12 Grafik Respon Kecepatan Motor *Screw Conveyor* pada Set Point 200rpm Tanpa Beban 72

Gambar 5.13 Grafik Respon Kecepatan Motor *Screw Conveyor* pada Set Point 200rpm 1kg 73

Gambar 5.14 Grafik Respon Kecepatan Motor *Screw Conveyor* pada Set Point 200rpm 2kg 74

Gambar 5.15 Grafik Respon Kecepatan Motor *Screw Conveyor* pada Set Point 200rpm 3kg 75

Gambar 5.16 Grafik Respon Kecepatan Motor *Screw Conveyor* pada Set Point
 200rpm 4kg 76

Gambar 5.17 Diagram Blok Pengujian Sistem Secara Keseluruhan 77

Gambar 5.18 Set Pengujian Keseluruhan Sistem 78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Posisi dan Output Biner yang Bersesuaian pada Absolute Encoder 4-bit
 19

Tabel 2.2. Aturan Penalaan Ziegler-Nichols berdasarkan Respons Unit Step..... 32

Tabel 2.3. Aturan Dasar Ziegler-Nichols Berdasarkan Critical Gain Kcr dan Critical
 Period Pcr 33

Tabel 5.1.Hasil Pengujian Rangkaian Driver Kecepatan Motor Terhadap Masukan
 Sinyal PWM 61

Tabel 5.1.Hasil Pengujian Pulse Width Modulation (PWM) 61

Tabel 5.2. Tabel Data Performansi Sistem Set Point 150 rpm 77

Tabel 5.3 Tabel Data Performansi Sistem Set Point 200 rpm..... 77

Tabel 5.4 Pengujian Berat Adonan 80