

PENGONTROL PID BERBASIS PENGONTROL MIKRO UNTUK MENGGERAKKAN ROBOT BERODA

Hendrik Albert Schweidzer Timisela

Jl. Babakan Jeruk Gg. Barokah No. 25, 40164, 081322194212

Email: has_timisela@linuxmail.org

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik

Universitas Kristen Maranatha

Jl. Prof. Drg. Suria Sumantri 65

Bandung, 40164, Indonesia

ABSTRAK

Robot beroda merupakan salah satu jenis robot yang terus dikembangkan hingga saat ini. Hal yang paling penting dalam perancangan robot beroda adalah bagaimana agar robot bisa berjalan lurus saat robot diberi perintah untuk bergerak maju atau mundur. Salah satunya adalah dengan menambahkan pengontrol pada robot tersebut.

Pengontrol mikro yang biasanya digunakan sebagai otak sistem elektronika robot beroda dapat dimanfaatkan sebagai pengontrol PID untuk mengatur kecepatan putar motor DC sebagai penggerak roda kiri dan roda kanan robot beroda.

Dari hasil eksperimen, terbukti bahwa penggunaan pengontrol PID untuk pengontrolan kecepatan putar motor DC sebagai penggerak roda robot menunjukkan perbaikan respon pada pergerakan robot jika dibandingkan dengan pergerakan robot tanpa pengontrol.

Kata Kunci: Pengontrol PID, Pengontrol Mikro, Robot Beroda

MICROCONTROLLER BASED PID CONTROLLER FOR A WHEELED ROBOT NAVIGATION

Hendrik Albert Schweidzer Timisela

Jl. Babakan Jeruk Gg. Barokah No. 25, 40164, 081322194212

Email: has_timisela@linuxmail.org

Departement of Electrical Engineering, Faculty of Engineering

Maranatha Christian University

Jl. Prof. Drg. Suria Sumantri 65

Bandung, 40164, Indonesia

ABSTRACT

Wheeled robot is one of the robot type which is continue to be developed. The significant thing in wheeled robot design is how to move robot straightly. One of the method to make a robot move straightly is by adding a controller.

Microcontroller which is usually used as processor on a wheeled robot electronics system, can be exploited as PID controller for DC motor speed control.

From the experiment's results, it has been proved that by using PID controller for DC motor speed control as a driver, the controlled robot wheeled shows a better response compared to the response without controller.

Keywords: PID controller, Microcontroller, Wheeled Robot

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK

ABSTRACT

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	x

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Pembatasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penulisan	3

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Teori Kontrol	5
2.1.1 Pengontrol Proportional	6
2.1.2 Pengontrol Integral	8
2.1.3 Pengontrol Derivative	11
2.1.4 Pengontrol Proportional-Integral-Derivative	13
2.1.5 Metoda Penalaan Parameter Pengontrol PID	15
2.1.6 Metoda Ziegler-Nichols	15
2.1.7 Metoda <i>Trial and Error</i>	19
2.2 Pengontrol Mikro AVR ATmega 16	19
2.2.1 Fitur ATmega 16	21
2.2.2 Konfigurasi Pin ATmega 16	23
2.2.3 Arsitektur Pengontrol Mikro AVR ATmega 16	25
2.2.4 <i>General Purpose Register</i> AVR	27
2.2.5 <i>Stack Pointer</i>	27
2.2.6 Peta Memori AVR ATmega 16	28
2.2.6.1 Memori Program	28
2.2.6.2 Memori Data	29
2.2.6.3 Memori Data EEPROM	30
2.2.7 Status Register	32
2.2.8 <i>Timer/Counter</i>	33

2.2.9 <i>Interupsi</i>	34
2.3 Komunikasi Serial USART	37
2.3.1 USART	40
2.3.2 Inisialisasi USART	41
2.4 <i>Pulse Width Modulation</i> (PWM)	44
2.5 Penggerak Motor DC	45
2.6 <i>Optocoupler</i>	49
2.7 Modul <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD)	49
2.8 Keypad 4x4	52

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Perancangan Perangkat Keras	54
3.1.1 Perancangan Sistem Minimum ATmega 16	56
3.1.2 Perancangan Plant	57
3.1.3 Perancangan Sensor Kecepatan	58
3.2 Perancangan Perangkat Lunak	59

BAB IV PENGUJIAN DAN PENGAMBILAN DATA

4.1 Cara Mengoperasikan Alat	75
4.2 Data Pengamatan Penalaan Parameter PID	76
4.2.1 Data Hubungan Nilai OCR1 Terhadap Kecepatan Roda	76
4.2.2 Data Kecepatan Roda Tanpa Pengontrol	80
4.2.3 Data Kecepatan Roda Dengan Pengontrol	85
4.3 Data Pengamatan Pengujian Alat	106
4.3.1 Arah Gerak Maju	106
4.3.2 Arah Gerak Mundur	109
4.3.3 Arah Gerak Belok Kanan	112
4.3.4 Arah Gerak Belok Kiri	112

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	113
5.2 Saran	114

DAFTAR PUSTAKA	115
-----------------------------	-----

LAMPIRAN

Lampiran A.1 Gambar Rangkaian Perangkat Keras	A-1
Lampiran A.2 Foto Alat	A-2
Lampiran B Kode Sumber	B-1

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram Blok Pengontrol Proportional	7
Gambar 2.2 <i>Proportional band</i> dari pengontrol proporsional tergantung pada penguatan.	7
Gambar 2.3 Kurva sinyal kesalahan $e(t)$ terhadap t dan kurva $u(t)$ terhadap t pada pengontrol integral.	9
Gambar 2.4 Blok diagram pengontrol integral	10
Gambar 2.5 Perubahan keluaran sebagai akibat penguatan dan kesalahan	10
Gambar 2.6 Diagram Blok Pengontrol Derivative	12
Gambar 2.7 Kurva waktu hubungan masukan-keluaran pengontrol derivative.	12
Gambar 2.8 Blok diagram pengontrol PID	14
Gambar 2.9 Hubungan dalam fungsi waktu antara sinyal keluaran dengan masukan untuk pengontrol PID	14
Gambar 2.10 Kurva respons tangga satuan yang memperlihatkan 25 % lonjakan maksimum	16
Gambar 2.11 Respon tangga satuan system	16
Gambar 2.12 Kurva Respon berbentuk S.	17
Gambar 2.13 Sistem untai tertutup dengan pengontrol proporsional ...	18
Gambar 2.14 Kurva respon <i>sustain oscillation</i>	18
Gambar 2.15 Blok Diagram fungsional AVR ATmega 16	20
Gambar 2.16 Konfigurasi Pin ATmega 16	23

Gambar 2.17	Arsitektur Pengontrol Mikro AVR RISC	25
Gambar 2.18	Proses pengambilan dan pengeksekusian instruksi secara parallel	26
Gambar 2.19	<i>General Purpose Register</i> AVR	27
Gambar 2.20	<i>Stack Pointer</i>	28
Gambar 2.21	Peta memori program AVR ATMega 16	29
Gambar 2.22	Peta memori data AVR ATMega16	29
Gambar 2.23	<i>Status Register</i> ATMega16	32
Gambar 2.24	<i>Register</i> MCUCR	36
Gambar 2.25	<i>Register</i> GICR	37
Gambar 2.26	Kemasan Data Seri Asinkron	38
Gambar 2.27	Pin konektor DB9	39
Gambar 2.28	IC Rangkaian <i>Interface</i> RS232 (Max232)	40
Gambar 2.29	UCSRA	42
Gambar 2.30	UCSRB	42
Gambar 2.31	UCSRC	43
Gambar 2.32	Gelombang kotak yang memiliki $y_{\max}$, $y_{\min}$, dan D	44
Gambar 2.33	Hubungan antara Duty Cycle dengan nilai rata-rata tegangan	45
Gambar 2.34	Pengaturan Arah Motor DC dengan DPDT <i>Switch</i>	46
Gambar 2.35	Rangkaian <i>Relay</i> untuk Mengontrol Motor DC	46
Gambar 2.36	<i>H-bridge Transistor</i>	47
Gambar 2.37	Driver Penggerak Motor DC	48
Gambar 2.38	Karakter yang dapat ditampilkan pada modul LCD	52

Gambar 2.39	<i>Keypad</i> 4x4	53
Gambar 3.1	Diagram Blok keseluruhan sistem	55
Gambar 3.2	Desain <i>Plant</i> Robot Beroda	57
Gambar 3.3	Rangkaian sensor kecepatan	58
Gambar 3.4	Posisi mekanis sensor kecepatan	59
Gambar 3.5	Diagram Alir Program Utama	62
Gambar 3.6	Diagram Alir Bagian Interupsi	63
Gambar 3.7	Diagram Alir <i>sub routine</i> proses belok kanan dan belok kiri	64
Gambar 3.8	Diagram Alir <i>sub routine</i> proses aksi PID	65
Gambar 4.1	Grafik Hubungan OCR1 terhadap kecepatan roda kanan dan kecepatan roda kiri.	80
Gambar 4.2	Grafik kecepatan tanpa pengontrol terhadap waktu percobaan 1	82
Gambar 4.3	Grafik kecepatan tanpa pengontrol terhadap waktu percobaan 2	82
Gambar 4.4	Grafik kecepatan tanpa pengontrol terhadap waktu percobaan 3	83
Gambar 4.5	Grafik kecepatan tanpa pengontrol terhadap waktu percobaan 4	83
Gambar 4.6	Grafik kecepatan tanpa pengontrol terhadap waktu percobaan 5	84
Gambar 4.7	Grafik kecepatan <i>Plant</i> dengan pengontrol, $K_c=0,35$, $T_i=0,54$, dan $T_d=0,135$	86

Gambar 4.8	Grafik kecepatan <i>plant</i> dengan pengontrol, $K_p = 0,20$	89
Gambar 4.9	Grafik kecepatan <i>plant</i> dengan pengontrol, $K_p = 0,30$	89
Gambar 4.10	Grafik kecepatan <i>plant</i> dengan pengontrol, $K_p = 0,40$	90
Gambar 4.11	Grafik kecepatan <i>plant</i> dengan pengontrol, $K_p = 0,50$	90
Gambar 4.12	Grafik kecepatan <i>plant</i> dengan pengontrol, $K_p = 0,60$	91
Gambar 4.13	Grafik kecepatan <i>plant</i> dengan pengontrol, $K_p = 0,70$	91
Gambar 4.14	Grafik kecepatan <i>plant</i> dengan pengontrol, $K_p = 0,80$	92
Gambar 4.15	Grafik kecepatan <i>plant</i> dengan pengontrol, $K_p = 0,90$	92
Gambar 4.16	Grafik kecepatan <i>plant</i> dengan pengontrol, $K_p = 1$	93
Gambar 4.17	Grafik kecepatan <i>plant</i> dengan pengontrol, $K_p = 0,7, T_i=0,6, T_d=0$	97
Gambar 4.18	Grafik kecepatan <i>plant</i> dengan pengontrol, $K_p = 0,7, T_i=0,5, T_d=0$	97
Gambar 4.19	Grafik kecepatan <i>plant</i> dengan pengontrol, $K_p = 0,7, T_i=0,4, T_d=0$	98
Gambar 4.20	Grafik kecepatan <i>plant</i> dengan pengontrol, $K_p = 0,7, T_i=0,3, T_d=0$	98
Gambar 4.21	Grafik kecepatan <i>plant</i> dengan pengontrol, $K_p = 0,7, T_i=0,2, T_d=0$	99
Gambar 4.22	Grafik kecepatan <i>plant</i> dengan pengontrol, $K_p = 0,7, T_i=0,1, T_d=0$	99
Gambar 4.23	Grafik kecepatan <i>plant</i> dengan pengontrol, $K_c = 0,7, T_i=0,4, T_d=0,2$	102

Gambar 4.24	Grafik kecepatan <i>plant</i> dengan pengontrol, Kc = 0,7, Ti=0,4, Td=0,3	102
Gambar 4.25	Grafik kecepatan <i>plant</i> dengan pengontrol, Kc = 0,7, Ti=0,4, Td=0,4	103
Gambar 4.26	Grafik kecepatan <i>plant</i> dengan pengontrol, Kc = 0,7, Ti=0,4, Td=0,5	103
Gambar 4.27	Grafik kecepatan roda kanan sebelum dan sesudah diberi pengontrol	104
Gambar 4.28	Grafik kecepatan roda kiri sebelum dan sesudah diberi pengontrol	105
Gambar 4.29	Grafik kecepatan roda kanan dan roda kiri dengan setpoint 22,4cm/s	107
Gambar 4.30	Grafik kecepatan roda kanan dan roda kiri dengan setpoint 19.2cm/s	108
Gambar 4.31	Grafik kecepatan roda kanan dan roda kiri dengan setpoint 28.8cm/s	110
Gambar 4.32	Grafik kecepatan roda kanan dan roda kiri dengan setpoint 32cm/s	111

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Penalaan paramater PID dengan metode kurva reaksi	17
Tabel 2.2 Penalaan paramater PID dengan metode osilasi	19
Tabel 2.3 Jenis Pengontrol Mikro AVR	21
Tabel 2.4 Fungsi Khusus Port B	24
Tabel 2.5 Fungsi Khusus Port C	24
Tabel 2.6 Fungsi Khusus Port D	24
Tabel 2.7 Tabel Pengalamatan Register I/O	31
Tabel 2.8 interrupt vektor pada ATmega 16	35
Tabel 2.9 Konfigurasi bit ISC01 dan ISC00	36
Tabel 2.10 Konfigurasi bit ISC11 dan ISC10	37
Tabel 2.11 Konfigurasi pin dan nama sinyal konektor serial	40
Tabel 2.12 Rumus Perhitungan UBRR	41
Tabel 2.13 Penentuan Ukuran Karakter	43
Tabel 2.14 Tabel Kebenaran Keaktifan Motor	47
Tabel 2.15 Pengaturan IC driver motor	48
Tabel 2.16 Deskripsi pin pada modul LCD	51
Tabel 4.1 Tabel data hubungan OCR1 dengan kecepatan roda kanan dan kecepatan roda kiri robot beroda	77
Tabel 4.2 Data kecepatan roda tanpa pengontrol dengan set point kecepatan adalah 25,6 cm/s	81
Tabel 4.3 Selisih kecepatan roda kanan dan kecepatan roda kiri robot beroda tanpa pengontrol	84

Table 4.4	Data kecepatan roda dengan pengontrol menggunakan parameter $K_p=0,35$, $T_i=0,54$, dan $T_d=0,135$	85
Table 4.5	Data kecepatan roda dengan penambahan parameter K_p , $t_i=0$, dan $t_d=0$	87
Tabel 4.6	Selisih kecepatan roda kanan dan kecepatan roda kiri robot beroda dengan penambahan parameter K_p	94
Table 4.7	Data kecepatan roda dengan penambahan parameter $K_c=0,70$, T_i , dan $T_d=0$	95
Tabel 4.8	Selisih kecepatan roda kanan dan kecepatan roda kiri robot beroda dengan penambahan parameter $K_p=0.7$ dan T_i	100
Table 4.9	Data kecepatan roda dengan penambahan parameter $K_p=0,7$, $T_i=0,4$, dan T_d	101
Tabel 4.10	Selisih kecepatan roda kanan dan kecepatan roda kiri robot beroda dengan penambahan parameter $K_p=0.7$, $T_i=0,4$ dan T_d	104
Tabel 4.11	Data kecepatan roda kanan dan roda kiri percobaan arah gerak maju I	106
Tabel 4.12	Data kecepatan roda kanan dan roda kiri percobaan arah gerak maju II	108
Tabel 4.13	Data kecepatan roda kanan dan roda kiri percobaan arah gerak mundur I	109
Tabel 4.14	Data kecepatan roda kanan dan roda kiri percobaan arah gerak mundur II	111