

REALISASI PROTOTIPE KURSI RODA LISTRIK DENGAN PENGONTROL PID

Disusun Oleh:

Samuel Natanto Herlendra

0422031

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha,

Jl. Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH no.65, Bandung, Indonesia,

email : sam_te04@yahoo.com

ABSTRAK

Teknologi diciptakan dan dikembangkan demi kemudahan dan kemajuan kehidupan umat manusia. Salah satu penerapan teknologi demi mempermudah mobilitas kehidupan orang yang menderita cacat fisik adalah alat bantu seperti kursi roda listrik. Kursi roda listrik dapat digerakan dengan memakai tenaga listrik supaya orang cacat dapat mengontrolnya tanpa harus dibantu orang lain.

Tugas Akhir ini memodifikasi sebuah kursi roda menjadi sistem kursi roda listrik dengan menggunakan pengontrol mikro AVR ATMEGA 16 sebagai pengontrol arah gerak, BrainStem Moto sebagai pengontrol PID, dan sensor inframerah. Sebagai penunjang faktor kenyamanan, pengendalian kecepatan putaran motor DC dilakukan dengan pengontrol PID sehingga kursi roda dapat melaju dan berhenti secara perlahan. Sedangkan sebagai penunjang faktor keamanan, kursi roda menggunakan sensor yang akan membuat kursi roda berhenti ketika terhalang sesuatu sehingga tidak menabrak penghalang tersebut.

Hasil pengujian pada kecepatan putaran kedua roda menunjukkan bahwa pengontrol yang digunakan adalah pengontrol PI dengan parameter PI pada motor kanan ($K_p=7.5$, $K_i=3.8$) dan motor kiri ($K_p=5.4$, $K_i=3.5$). Kecepatan kursi roda maksimum 14 rpm (0.879 m/s) / (3.16 km/jam) dengan waktu naik selama 2 detik dan waktu turun selama 0.7 detik. Pada realisasinya, prototype kursi roda tidak dapat bergerak dengan baik dikarenakan kerusakan pada motor DC.

Kata kunci: Kursi Roda Listrik, Pengontrol PID, BrainStem Moto

REALIZATION OF ELECTRIC WHEEL CHAIR PROTOTYPE WITH PID CONTROLLER

Composed by:

Samuel Natanto Herlendra

0422031

Electrical Engineering, Maranatha Cristian University,
Jl. Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH no.65, Bandung, Indonesia,
email : sam_te04@yahoo.com

ABSTRACT

Technology has been created and developed for the sake of human kind and to make human life more easier. Technology also has been use to mobilize deformity person's life more easier, one of them is a wheel chair. The electric wheel chair using electrical power makes wheel chair controllable to deformity person without help from the other persons.

This Final Task to modify a simple wheel chair with microcontroller AVR ATMEGA16 as movement controller, BrainStem Moto as PID controller, and infrared sensor. To support comfort ability, a tuned PID controllers are used to control the motion speed of two DC motors with the result that a wheel chair move and stop slowly. To support safeties, the wheel chair has an auto-brake sensor system that automatically brake before get crash.

The result of two wheels speed test show using PI controller with parameters: right($K_p=7.5$, $K_i=3.8$) and left ($K_p=5.4$, $K_i=3.5$). The wheel chair maximum speed is 14 rpm (0.879 m/s) / (3.16 km/jam) with a rise time 2 second and down time 0.7 second. In realization, the wheel chair movements is not good because of motor DC was broken.

Keyword: Electric Wheel Chair, PID Controller, BrainStem Moto

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 LATAR BELAKANG	1
I.2 IDENTIFIKASI MASALAH	1
I.3 TUJUAN	1
I.4 PEMBATAHAN MASALAH	2
I.5 SPESIFIKASI ALAT	2
I.6 SISTEMATIKA PENULISAN	2
BAB II LANDASAN TEORI	4
II.1 PENGONTROL OTOMATIS	4
II.1.1 JENIS-JENIS PENGONTROL PADA INDUSTRI	5
II.1.1.1 PENGONTROL DUA POSISI (ON/OFF CONTROLLERS)	5
II.1.1.2 PENGONTROL MULTIPOSISI (MULTIPOSITION CONTROLLERS)	6
II.1.1.3 PENGONTROL PROPORSIONAL (PROPORTIONAL CONTROLLERS)	6
II.1.1.4 PENGONTROL INTEGRAL (INTEGRAL CONTROLLERS)	7
II.1.1.5 PENGONTROL DERIVATIF (DERIVATIVE CONTROLLERS)	8
II.1.1.6 PENGONTROL PROPORSIONAL INTEGRAL (PI CONTROLLERS)	8

II.1.1.7	PENGONTROL PROPORSIONAL DERIVATIF (PD CONTROLLERS).....	9
II.1.1.8	PENGONTROL PROPORSIONAL INTEGRAL DERIVATIF (PID CONTROLLERS)	9
II.2	PENALAAAN (TUNING) PADA PENGONTROL PID	10
II.2.1	METODE ZIEGLER-NICHOLS.....	11
II.2.1.1	METODE PERTAMA ZIEGLER-NICHOLS	11
II.2.1.2	METODE KEDUA ZIEGLER-NICHOLS	12
II.2.2	METODE TRIAL AND ERROR	14
II.3	PENGONTROL MIKRO	14
II.3.1	BRAINSTEM MOTO 1.0	14
II.3.1.1	KONSEP DASAR BRAINSTEM MOTO SEBAGAI PENGONTROL PID DIGITAL.....	16
II.3.1.2	H-BRIDGE BACK EMF 3A	17
II.3.1.3	SOFTWARE MOTO.EXE	18
II.3.2	AVR ATMEGA16	20
II.3.2.1	KONFIGURASI KAKI-KAKI AVR ATMEGA16.....	21
II.4	MOTOR DC	22
II.4.1	PRINSIP KERJA MOTOR DC	22
II.4.2	JENIS-JENIS MOTOR DC	23
II.5	SENSOR INFRAMERAH	24
II.6	SISTEM KURSI RODA LISTRIK.....	25
BAB III	PERANCANGAN	28
III.1	DIAGRAM BLOK DAN CARA KERJA KURSI RODA LISTRIK.....	28
III.2	PERANCANGAN PERANGKAT KERAS.....	29
III.2.1	MODIFIKASI PADA KURSI RODA	29
III.2.2	RANGKAIAN PENGENDALI KURSI RODA.....	31
III.2.3	RANGKAIAN SENSOR PUTARAN	33
III.3	PENALAAAN PID PADA SISTEM KURSI RODA	33
III.3.1	PENALAAAN PID PADA MOTOR KANAN.....	34

III.3.1.1	PENALAAN PID MOTOR KANAN DENGAN METODE I ZIEGLER-NICHOLS	35
III.3.1.2	PENALAAN PID MOTOR KANAN DENGAN METODE TRIAL AND ERROR	36
III.3.2	PENALAAN PID PADA MOTOR KIRI.....	39
III.3.2.1	PENALAAN PID MOTOR KIRI DENGAN METODE I ZIEGLER-NICHOLS	40
III.3.2.2	PENALAAN PID MOTOR KIRI DENGAN METODE TRIAL AND ERROR.....	41
III.4	PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK.....	44
III.4.1	ALGORITMA PADA BRAINSTEM MOTO 1.0.....	44
III.4.2	ALGORITMA PENGENDALI GERAK PADA AVR ATMEGA16 ...	46
BAB IV	UJICoba DAN DATA PENGAMATAN	47
IV.1	PENGUJIAN SISTEM TANPA PENGONTROL PID	47
IV.2	PENGUJIAN SISTEM DENGAN PENGONTROL PID	49
IV.3	PENGUJIAN SISTEM DENGAN PENGONTROL YANG BERBEDA.....	51
IV.4	PENGUJIAN SISTEM DENGAN PENGONTROL PI.....	52
IV.5	PENGUJIAN KENYAMANAN PADA ARAH GERAK KURSI RODA	55
IV.5.1	PENGUJIAN PADA GERAK MAJU	55
IV.5.2	PENGUJIAN PADA GERAK KANAN	58
IV.5.3	PENGUJIAN PADA GERAK KIRI.....	60
IV.6	PENGUJIAN JARAK TEMPUH KURSI RODA.....	62
IV.6.1	PENGUJIAN JARAK TEMPUH SEBELUM PENALAAN.....	62
IV.6.2	PENGUJIAN JARAK TEMPUH SESUDAH PENALAAN.....	64
IV.7	PENGUJIAN KEAMANAN PADA SISTEM KURSI RODA.....	64
IV.7.1	PENGUJIAN KEAMANAN DENGAN JARAK 3 METER DARI PENGHALANG.....	65
IV.7.2	PENGUJIAN KEAMANAN DENGAN JARAK 2 METER DARI PENGHALANG.....	66

IV.7.3	PENGUJIAN KEAMANAN DENGAN JARAK 3 METER DARI PENGHALANG.....	67
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	69
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN A SOURCE CODE		
LAMPIRAN B FOTO ALAT		
LAMPIRAN C DATASHEET KOMPONEN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Respon Loop Tertutup dari Perubahan Parameter PID	10
Tabel 2.2	Aturan Penalaan Ziegler Nichols (Metode I).....	12
Tabel 2.3	Aturan Penalaan Ziegler Nichols (Metode II)	13
Tabel 2.4	Spesifikasi dari H-Bridge Back EMF 3A.....	18
Tabel 3.1	Spesifikasi dari Kursi Roda Listrik.	30
Tabel 3.2	Hubungan Masukan dengan Keluarannya.....	31
Tabel 3.3	Data Percobaan pada Motor Kanan dengan Parameter P yang Berbeda.....	36
Tabel 3.4	Data Percobaan pada Motor Kanan dengan Parameter PI yang Berbeda	38
Tabel 3.5	Data Percobaan pada Motor Kiri dengan Parameter P yang Berbeda.....	41
Tabel 3.6	Data Percobaan pada Motor Kiri dengan Parameter PI yang Berbeda	43
Tabel 4.1	Data Percobaan tanpa Parameter PID	47
Tabel 4.2	Data Percobaan dengan Parameter PID ($K_p=4$, $K_i=6.67$, $K_d=1.2$) ..	49
Tabel 4.3	Data Percobaan pada Motor Kanan dengan Pengontrol yang Berbeda	51
Tabel 4.4	Data Percobaan pada Motor Kanan dengan Parameter PI yang Berbeda.....	52
Tabel 4.5	Data Percobaan pada Motor Kiri dengan Parameter PI yang Berbeda	54
Tabel 4.6	Data Percobaan Kecepatan Putaran pada Gerak Maju.....	55
Tabel 4.7	Data Percobaan Kecepatan Putaran pada Gerak Memutar ke Kanan.....	58
Tabel 4.8	Data Percobaan Kecepatan Putaran pada Gerak Memutar ke Kiri.....	60
Tabel 4.9	Data Percobaan Jarak Tempuh Kursi Roda tanpa Parameter PI.....	63

Tabel 4.10	Data Percobaan Jarak Tempuh Kursi Roda dengan Parameter PI.....	64
Tabel 4.11	Data Percobaan Kecepatan Putaran pada Jarak Tiga Meter dari Penghalang.....	65
Tabel 4.12	Data Percobaan Kecepatan Putaran pada Jarak Dua Meter dari Penghalang.....	66
Tabel 4.13	Data Percobaan Kecepatan Putaran pada Jarak Satu Meter dari Penghalang.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Blok dari Sistem Kontrol pada Industri	4
Gambar 2.2a	Diagram Blok dari Pengontrol Dua Posisi,	5
Gambar 2.2b	Diagram Blok dari Pengontrol Dua Posisi dengan Differential Gap ..	5
Gambar 2.3	Diagram Blok dari Pengontrol Multiposisi	6
Gambar 2.4a	Diagram Blok dari Pengontrol Proporsional	7
Gambar 2.4b	Respon Unit Step dari Pengontrol Proporsional	7
Gambar 2.5a	Diagram Blok dari Pengontrol Integral	7
Gambar 2.5b	Respon Unit Step dari Pengontrol Integral.....	7
Gambar 2.6a	Diagram Blok dari Pengontrol Derivatif	8
Gambar 2.6b	Respon Unit Step dari Pengontrol Derivatif.....	8
Gambar 2.7	Diagram Blok dari Pengontrol PID.....	10
Gambar 2.8	Respon Unit Step pada Suatu Plant.....	11
Gambar 2.9	Respon Unit Step berbentuk S	12
Gambar 2.10	Output Plant Berosilasi dengan Periode P_{cr}	13
Gambar 2.11a	Bentuk Fisik dari BrainStem Moto 1.0	15
Gambar 2.11b	Software dari BrainStem Moto 1.0	15
Gambar 2.12	Struktur Pengontrol PID Diskrit	16
Gambar 2.13	Pengontrol PID dengan Penguat Proporsional.....	17
Gambar 2.14	Bentuk Fisik dari H-Bridge Back EMF 3A	18
Gambar 2.15	Tampilan dari Software Moto.exe.....	19
Gambar 2.16	Bentuk Fisik dari AVR ATmega16.....	20
Gambar 2.17	Konfigurasi Kaki-kaki dari AVR ATmega16.....	22
Gambar 2.18	Bentuk Fisik dari Sensor Sharp GP2D12	24
Gambar 2.19	Karakteristik Sensor Sharp GP2D12.....	24
Gambar 2.20	Pergerakan Kursi Roda.....	25
Gambar 2.21	Kursi Roda Listrik.....	26
Gambar 2.22	Bantal Curve.....	26
Gambar 2.23	Pivot Disk.....	27

Gambar 2.24	Penggunaan Pivot Disk.....	27
Gambar 3.1	Diagram Blok dari Sistem Kursi Roda Listrik.....	28
Gambar 3.2	Sketsa Struktur Kursi Roda (tampak kiri)	29
Gambar 3.3	Gambar Hasil Modifikasi pada Kursi Roda.....	30
Gambar 3.4	Struktur Rantai, Sproket dan Gear	31
Gambar 3.5	Rangkaian Skematik Pengendali Kursi Roda Listrik.....	32
Gambar 3.6.	Sensor Hamamatsu P5587 dan Penerapan pada Kursi Roda.....	33
Gambar 3.7	Plot Referensi Kecepatan Putaran Kursi Roda.....	34
Gambar 3.8.	Plot Kecepatan Putaran Roda Kanan tanpa Pengontrol PID.....	34
Gambar 3.9.	Penarikan Garis Singgung.....	35
Gambar 3.10.	Plot Kecepatan Putaran Roda Kanan dengan Pengontrol PID.....	36
Gambar 3.11.	Plot Kecepatan Putaran Roda Kanan dengan Pengontrol Proporsional.....	37
Gambar 3.12.	Plot Kecepatan Putaran Roda Kanan dengan Pengontrol PI.....	39
Gambar 3.13.	Plot Kecepatan Putaran Roda Kiri tanpa Pengontrol PID.....	39
Gambar 3.14.	Penarikan Garis Singgung pada Respon Motor Kiri.....	40
Gambar 3.15.	Plot Kecepatan Putaran Roda Kiri dengan Pengontrol PID.....	41
Gambar 3.16.	Plot Kecepatan Putaran Roda Kiri dengan Pengontrol Proporsional..	42
Gambar 3.17.	Plot Kecepatan Putaran Roda Kiri dengan Pengontrol PI.....	43
Gambar 3.18	Diagram Alir Pengendali PID.....	45
Gambar 3.19	Diagram Alir Program Kursi Roda Listrik	46
Gambar 4.1	Plot Respon masing-masing Motor tanpa Parameter PID	48
Gambar 4.2	Plot Respon masing-masing Motor dengan Parameter PID ($K_p=4$, $K_i=6.67$, $K_d=1.2$)	50
Gambar 4.3	Plot Respon Motor Kanan dengan Pengontrol yang Berbeda	52
Gambar 4.4	Plot Respon Motor Kanan dengan Parameter PI yang Berbeda	53
Gambar 4.5	Plot Respon Motor Kiri dengan Parameter PID yang Berbeda	55
Gambar 4.6	Plot Respon Kecepatan Putaran Motor pada Gerak Maju.....	57
Gambar 4.7	Plot Respon Kecepatan Putaran Kursi Roda pada Gerak Memutar ke Kanan.....	59
Gambar 4.8	Plot Respon Kecepatan Putaran Kursi Roda pada Gerak Memutar ke Kiri.....	62

Gambar 4.9. Pemetaan Jarak Tempuh Kursi Roda Sebelum Penalaan.....	63
Gambar 4.10. Plot Respon pada Jarak 3 meter dari Penghalang.....	66
Gambar 4.11. Plot Respon pada Jarak 2 meter dari Penghalang.....	67
Gambar 4.12. Plot Respon pada Jarak 1 meter dari Penghalang.....	68