

PENERAPAN METODE FUZZY LOGIC PADA KURSI RODA ELEKTRIK DENGAN KENDALI SUARA

Azanul Khairi Ridia^{1*}, Anton Hidayat², Derisma³

^{*1,3} Sistem Komputer Fakultas Teknologi Informasi Universitas Andalas

² Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang

Kampus Limau Manis Kota Padang 25163 Indonesia

³E-mail: derisma@fti.unand.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan joystick sebagai kendali kursi roda elektrik tidak sepenuhnya memenuhi kebutuhan penggunaannya. Ahli klinis menyatakan bahwa ada 85 % pasien setiap tahunnya tidak bisa menggunakan kursi roda elektrik disebabkan oleh minimnya keterampilan menggunakan kursi roda bermotor, masalah kekuatan fisik dan masalah ketajaman penglihatan, pergerakan motor yang diskrit dan kasar serta cenderung memiliki pergerakan yang tidak akurat sesuai dengan target yang diinginkan. Untuk mengatasi permasalahan ini, maka pada penelitian ini digunakan kontrol logika fuzzy sebagai pengatur pergerakan motor kursi roda elektrik sehingga pergerakan kursi roda elektrik diharapkan sesuai dengan target yang diinginkan penggunaannya. Berdasarkan hasil pengujian modul *voice recognition* memiliki persentase keberhasilan 82,85% dalam mengenali semua perintah yang diberikan. Sedangkan lama waktu sistem mencapai nilai set point 45° adalah 3,24 detik, set point 90° adalah 4,29 detik, set point -45° adalah 3,03 detik, set point -90° adalah 4,43 detik dan set point 180° adalah 5,35 detik.

Kata kunci: Kursi Roda Elektrik, *Fuzzy Logic*, *Voice Recognition*

ABSTRACT

Using of joystick as a control in Electric wheelchair is not completely fulfil the necessity of user. Experts say that 85% of patients per year cannot use it. It is occurs because the lack of skill of the patients for using the motor electric wheelchair, the physical and visual acuity problems, the discrete and rough movement of motor and also inaccurate movement of motor. Therefore, to solve this problem, this research used fuzzy logic control. This method is used for regulator movement of motor of the wheelchair, so the target occurs as expected. As result, the testing modul of voice recognition has a success rate of 82,85% in recognizing all command. The longest time for reaching set point value of 45° is 3.24 seconds, set point value of 90° is 4.29 seconds, set point value of -45° is 3.03 seconds, set point value of -90° is 4.43 seconds, set point value of 180° is 5.35 seconds.

Keywords : *Electric wheelchair, Fuzzy Logic, Voice Recognition*

PENDAHULUAN

Kursi roda merupakan alat bantu mobilitas bagi orang yang memiliki keterbatasan pergerakan dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Keterbatasan pergerakan ini dapat berupa cacat fisik, cedera, maupun diakibatkan oleh penyakit yang menyerang motorik manusia[1]. Kursi roda yang sebelumnya digerakan secara manual dengan

menggunakan kekuatan tangan atau dengan bantuan orang lain, saat ini telah dikembangkan menjadi kursi roda elektrik dengan menambahkan motor sebagai alat gerak dan joystick sebagai alat kendali kursi roda.

Penggunaan joystick sebagai kendali kursi roda elektrik tidak sepenuhnya memenuhi kebutuhan penggunaannya. Menurut

jurnal adequacy of power wheelchair control interface for persons with severe disabilities: a clinical survey[2] menyatakan bahwa 9-10 % pasien pengguna kursi roda elektrik kesulitan dalam penggunaan kursi roda dalam kehidupan sehari-hari. Persentase ini meningkat menjadi 40% saat diajukan pertanyaan mengenai permasalahan *steering* dan *manuver* yang dilakukan dengan kursi roda elektrik. Sedangkan 85 % ahli klinis menyatakan bahwa ada banyak pasien setiap tahunnya tidak bisa menggunakan kursi roda elektrik disebabkan oleh minimnya keterampilan menggunakan kursi roda bermotor, masalah kekuatan fisik dan masalah ketajaman penglihatan. Selain itu, jika pasien menderita beberapa penyakit seperti *tetraplegia parsial*, *sklerosis*, *parkinson* dan *stroke* yang menyebabkan pasien mengalami kelumpuhan pada sebagian anggota tubuh sehingga pasien kehilangan kemampuan kendali terhadap pergerakan tangan, maka penggunaan joystick sebagai pengontrol kursi roda elektrik pada kondisi ini mungkin tidak akan terlalu membantu pasien.

Oleh sebab itu, banyak peneliti mengajukan berbagai macam metode sistem pengontrolan kursi roda elektrik diantaranya seperti *voice recognition system*, *vision camera* untuk deteksi gestur kepala. EEG (*Electro-Encephalo-Gram*) untuk deteksi gelombang otak, EOG (*Electro-Oculo-Gram*) untuk pergerakan mata dan EMG (*Electro-Myo-Gram*) untuk deteksi pergerakan otot[3]. Diantara beberapa jenis sistem pengontrolan yang sering digunakan sebagai sistem kendali kursi roda elektrik, *voice recognition system* merupakan sistem kendali yang lebih mudah untuk diterapkan dibandingkan dengan sistem kendali yang lain. Hal ini dikarenakan perintah suara lebih mudah dilakukan secara berulang-ulang dalam rentang waktu yang dekat sehingga penggunaannya tidak terlalu menyulitkan bagi penggunaannya.

Permasalahan yang sering dihadapi kursi roda elektrik yang menggunakan sistem kendali menggunakan *voice recognition system* adalah pergerakan motor yang diskrit dan kasar serta cenderung memiliki pergerakan yang tidak akurat sesuai dengan target yang

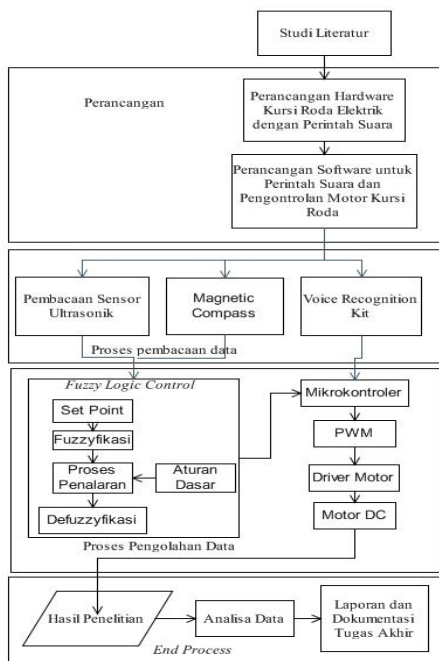
diinginkan. Hal ini disebabkan oleh nilai pergerakan motor kursi roda elektrik telah ditetapkan sebelumnya dan bersifat konstan. Untuk mengatasi permasalahan ini, maka pada penelitian ini digunakan kontrol logika fuzzy sebagai pengatur pergerakan motor kursi roda elektrik sehingga pergerakan kursi roda elektrik lebih halus dan akurat sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan oleh penggunaannya. Kontrol logika fuzzy juga memiliki perhitungan yang lebih sederhana dan lebih mudah dirancang karena dapat dimodelkan secara linguistik[4]. Selain itu, untuk dapat mempermudah penggunaan kursi roda elektrik saat berjalan dilorong, maka digunakan *wall following* yang akan membantu kursi roda elektrik menyusuri dinding secara stabil dan menghindari terjadinya benturan.

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem kursi roda elektrik yang dapat dikendalikan dengan menggunakan perintah suara.
2. Menerapkan metode *fuzzy logic* sebagai pengatur pergerakan motor pada kursi roda elektrik dengan input jarak menggunakan sensor ultrasonik dan input derajat menggunakan magnetic compass.

METODE

Berdasarkan prosedur penelitian pada Gambar 1, dapat dijelaskan tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Prosedur Penelitian

1. Studi Literatur

Pada tahapan studi literatur, penelitian dilakukan dengan mempelajari literatur tentang teori-teori pendukung mengenai mikrokontroler, H-bridge motor driver, modul voice recognition v3, sensor ultrasonik, metode logika fuzzy, PWM (Pulse Width Modulation), magnetic compass dan motor DC. Teori tersebut didapat dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, skripsi, dan artikel ilmiah di internet.

2. Perancangan

Pada tahapan perancangan, dilakukan perancangan sistem yang akan dibangun baik berupa perangkat keras maupun perangkat lunak dengan proses sebagai berikut:

a. Perancangan Perangkat Keras

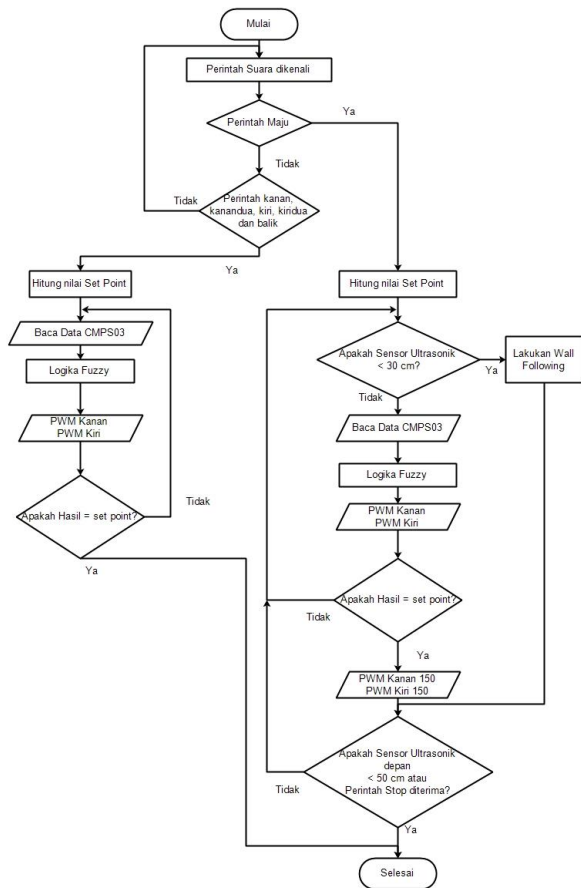
Pada tahapan ini, dilakukan perancangan perangkat keras pada kursi roda elektrik yaitu dengan melakukan modifikasi mekanik serta menambahkan komponen pendukung seperti mikrokontroler, accu (aki), driver

motor, magnetic compass, sensor ultrasonik dan modul voice recognition v3.

b. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan membangun logika fuzzy sebagai pengatur kecepatan motor kursi roda elektrik sesuai dengan kendali arah yang diberikan melalui modul voice recognition v3 pada mikrokontroler. Pada perancangan software, kursi roda elektrik menggunakan kendali suara yaitu stop, kanan, kanan dua, kiri, kiri dua, maju, dan balik. Untuk perintah maju, kursi roda elektrik akan bergerak lurus dengan menggunakan logika fuzzy. Untuk kendali arah terdapat perintah kanan untuk bergerak 45 derajat kekanan, perintah kanan dua untuk bergerak 90 derajat kekanan, perintah kiri bergerak -45 derajat ke kiri, perintah kiri dua untuk bergerak -90 derajat ke kiri, perintah balik untuk bergerak 180 derajat berbalik arah dan perintah maju untuk bergerak lurus. Untuk perintah stop, kursi roda elektrik akan berhenti melakukan pergerakan yang sedang diproses oleh mikrokontroler. Ketika diberikan perintah maju, kursi roda elektrik ditargetkan dapat bergerak lurus dengan menggunakan logika fuzzy. Apabila sensor ultrasonik mendeteksi adanya dinding ketika perintah maju diaktifkan, maka perintah wall following akan dijalankan sehingga kursi roda elektrik akan bergerak menyusuri dinding sesuai dengan set point yang ditetapkan.

Berikut flowchart cara kerja sistem secara keseluruhan seperti pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Flowchart Sistem Keseluruhan

3. Proses Pengolahan Data

Pada tahap proses pembacaan data, terdapat tiga input pembacaan data yaitu modul voice recognition v3, magnetic compass dan sensor ultrasonik. Berikut adalah proses pembacaan data tersebut:

a. Modul Voice Recognition v3

Modul voice Recognition v3 digunakan sebagai perangkat untuk memberikan perintah kepada mikrokontroler mengenai subprogram yang akan dieksekusi. Perintah yang di-training pada modul voice recognition v3 adalah perintah stop, maju, kanan, kiri, kanan dua, kiri dua dan balik.

b. Sensor Ultrasonik

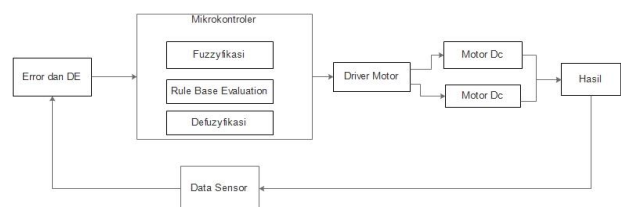
Sensor ultrasonik digunakan sebagai pengukur jarak pada kursi roda elektrik. Pada alat in terdapat dua buah sensor ultrasonik yang terletak pada sisi depan sebagai pendeteksi halangan dan pada bagian kiri sebagai masukan data untuk diproses melalui wall following menggunakan logika fuzzy.

c. Magnetic Compass

Magnetic Compass digunakan sebagai input mikrokontroler dalam menentukan derajat posisi kursi roda elektrik untuk mengukur pergerakan yang dilakukan kursi roda elektrik.

4. Proses Pengolahan Data

Modul *voice recognition v3* digunakan sebagai perangkat pengenalan kendali suara sensor untuk mengirimkan perintah pada mikrokontroler tentang subprogram yang akan dieksekusi. Sensor ultrasonik dan magnetic compass digunakan sebagai data masukan logika fuzzy. Berikut proses pengolahan data yang dilakukan oleh logika fuzzy pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses Logika Fuzzy

a. Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi adalah tahap memasukan input pada logika fuzzy melalui perhitungan error dan Δ error dari jarak yang diperoleh melalui sensor ultrasonik pada wall following dan magnetic compass pada kendali arah kursi roda elektrik. Dari nilai error dan Δ error akan diperoleh nilai PWM sebagai pengatur

pergerakan motor pada kursi roda elektrik. Berikut fungsi keanggotaan error dan Δ error yang digunakan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Rancangan Fungsi Keanggotaan Fuzzyfikasi

No	Variabel <i>Error</i>	Variabel Δ <i>Error</i>
1	<i>Negative Big</i> (NB)	<i>Negative Big</i> (NBc)
2	<i>Negative Small</i> (NS)	<i>Negative Small</i> (NSc)
3	<i>Zero</i> (Z)	<i>Zero</i> (Zc)
4	<i>Positive Small</i> (PS)	<i>Positive Small</i> (PSc)
5	<i>Positive Big</i> (PB)	<i>Positive Big</i> (PBc)

b. Rules base evaluation

Pada tahap ini, fungsi keanggotaan error dan Δ error yang dirancang akan diproses berdasarkan rules yang telah dirancang. Rules dirancang sebagai pengatur pergerakan kursi roda elektrik agar dapat mencapai set point yang diinginkan.

Tabel 2. Tabel Rancangan Rules

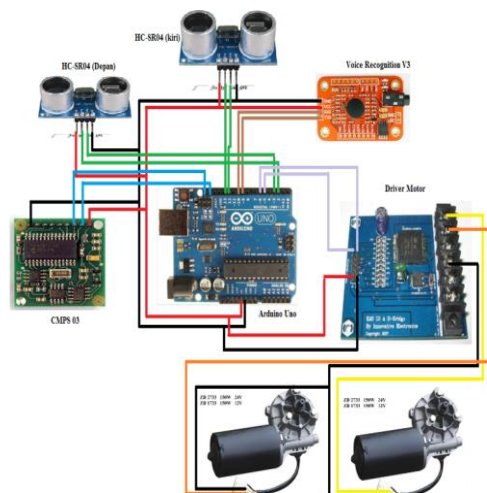
<i>Error</i> / Δ <i>error</i>	NB	NS	Z	PS	PB
NBc	<i>Slow Fast</i>	<i>Slow Fast</i>	<i>Slow Medium</i>	<i>Medium Slow</i>	<i>Medium Medium</i>
NSc	<i>Slow Fast</i>	<i>Slow Fast</i>	<i>Slow Medium</i>	<i>Medium Medium</i>	<i>Medium Slow</i>
Zc	<i>Slow Fast</i>	<i>Slow Medium</i>	<i>Medium Medium</i>	<i>Medium Slow</i>	<i>Fast Slow</i>
PSc	<i>Slow Medium</i>	<i>Medium Medium</i>	<i>Medium Slow</i>	<i>Fast Slow</i>	<i>Fast Slow</i>
PBc	<i>Medium Medium</i>	<i>Slow Medium</i>	<i>Fast Slow</i>	<i>Fast Slow</i>	<i>Fast Slow</i>

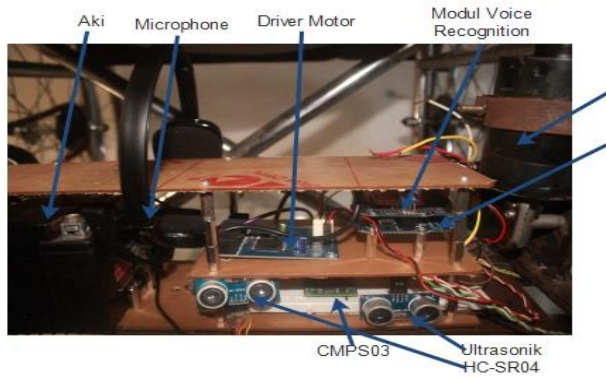
c. Defuzzyfikasi

Defuzzyfikasi adalah proses perubahan variabel linguistik ke variabel angka/tegas(crisp) sehingga dapat dieksekusi oleh motor. Salah satu metode defuzzifikasi adalah metode COG (Center of Gravity). nilai keluaran tegas metode COG adalah jumlah dari hasil kali fuzzy output untuk setiap himpunan fuzzy output dengan posisi singleton pada sumbu x setiap himpunan fuzzy output tersebut dibagi dengan jumlah fuzzy output untuk setiap himpunan fuzzy output. Hasil perhitungan dari metode COG ini akan dijadikan sebagai nilai PWM untuk menggerakkan motor DC.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi hardware yang digunakan pada kursi roda elektrik dengan perintah suara adalah menggunakan arduino uno, sensor ultrasonik HC-SR04 sebelah kiri, sensor ultrasonik HC-SR04 depan, voice recognition v3, CMPS03, driver motor EMS 30 A, dan motor wiper. Pada Gambar 4 adalah implementasi hardware keseluruhan yang dihubungkan pada arduino uno.





Gambar 4. Rangkaian Keseluruhan

Pengujian modul *voice recognition v3* dilakukan untuk menguji keakuratan pengenalan suara yang diucapkan dengan suara yang telah ditraining sebelumnya. Pengujian dilakukan ditempat yang relatif tenang. Pengujian modul *voice recognition v3* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Modul *Voice Recognition V3*

No	Perintah	Kata Yang dikenali	Berhasil	Gagal	Persentase Keberhasilan
1	Stop	Stop	✓		100%
		Stop	✓		
		Stop	✓		
		Stop	✓		
		Stop	✓		
2	Maju	Maju	✓		100%
		Maju	✓		
		Maju	✓		
		Maju	✓		
		Maju	✓		
	Kanan	Kanan	✓		
		Kanan	✓		
		Kanan	✓		
4	Kanan Dua	Kanan dua	✓		60%
		Kanan		✓	
		Kanan dua	✓		
		Kanan dua	✓		
		Kanan		✓	
5	Kiri	Kiri	✓		100%
		Kiri	✓		
		Kiri	✓		
		Kiri	✓		

No	Perintah	Kata Yang dikenali	Berhasil	Gagal	Persentase Keberhasilan
6	Kiri dua	Kiri	✓		40%
		Kiri		✓	
		Kiri Dua	✓		
		Kiri		✓	
		Kiri Dua	✓		
7	Balik	Kiri		✓	80%
		Balik	✓		
		Balik	✓		
		Balik	✓		

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa persentase keberhasilan untuk pengucapan kata stop sebesar 100%, untuk kata maju sebesar 100%, untuk kata kanan 100%, untuk kata kanan dua sebesar 60%, untuk kata kiri sebesar 100%, untuk kata kiri dua sebesar 40% dan untuk kata balik sebesar 80%. Kemudian dicari persentase keberhasilan pengenalan suara oleh *voice recognition v3* dengan menggunakan rumus sebagai berikut = (Total pengujian berhasil dibagi total pengujian keseluruhan)*100% = 82,85%

Diperoleh persentase keberhasilan *voice recognition v3* dalam pengenalan kata adalah sebesar 82,85%. Rata-rata kesalahan pengenalan kata diakibatkan oleh bentuk kata yang ditraining terdiri dari lebih satu kata dan memiliki kemiripan dengan yang kata lain. Sehingga sering dikenali sebagai kata lain. Selain itu tingkat kebisingan serta jenis microphone yang digunakan juga mempengaruhi hasil pengenalan suara oleh modul *voice recognition v3*

Pengujian dilakukan pada lintasan sepanjang 7 meter. Pengujian dilakukan untuk menguji kemampuan logika fuzzy yang telah dibangun untuk mempertahankan nilai set point sehingga kursi roda elektrik mampu melewati lintasan tanpa membentur dinding ataupun menjauhi dinding yang menyebabkan target tidak tercapai. Jika terjadi benturan selama pengujian pada perintah wall following, maka akan diberi tanda silang. Sedangkan jika pada saat pengujian berhasil melewati lintasan 7

meter tanpa terjadi benturan maka diberi tanda cheklist. Pada Tabel 4 terdapat hasil pengujian wall following.

Tabel 4. Hasil Pengujian Keberhasilan Wall following

Pengujian	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tanpa Benturan	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x

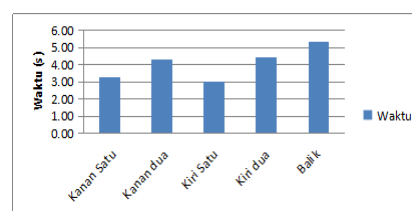
Berdasarkan Tabel 4 dilakukan 9 kali pengujian, dan diperoleh 7 kali kursi roda elektrik berhasil menyusuri dinding dengan lancar dan 2 kali pengujian kursi roda mengalami benturan. Dari 9 kali pengujian diperoleh persentase keberhasilan sebesar 77.8%. Kegagalan atau benturan terjadi karena pergerakan kursi roda elektrik begitu cepat sehingga perubahan nilai error dan Δ error juga begitu cepat. Hal ini mengakibatkan kursi roda elektrik terlambat dalam merespon data PWM yang diberikan sehingga pada saat data output arduino memberikan PWM menjauhi dinding, kursi roda masih bergerak mendekati dinding hal ini menyebabkan terjadinya benturan ataupun gesekan.

Pengujian logika fuzzy kontrol arah terdiri dari beberapa set point yaitu kanan 45 derajat, kanan dua 90 derajat, kiri -45 derajat, kiri dua 90 derajat dan balik 180 derajat. Seluruh besaran set point menggunakan rules dan fungsi keanggotaan yang sama.



Gambar 5. Pengujian Perintah Kontrol Arah

Waktu tempuh rata-rata kursi roda elektrik dalam mencapai nilai set point pada perintah kanan adalah 3,24 detik, perintah kanan dua 4,29 detik, perintah kiri 3,03 detik, perintah kiri dua 4,43 detik dan perintah balik 5,35 detik. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa besaran nilai set point yang ditetapkan berbanding lurus dengan besaran waktu tempuh rata-rata kursi roda elektrik. Dimana semakin besar nilai nilai set point yang ditetapkan, maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai set point. Berikut grafik perbandingan lama waktu pencapaian nilai set point masing-masing perintah pada Gambar 6.



Gambar 6. Perbandingan Lama Waktu Pencapaian Nilai Set Point Masing-masing Perintah

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa perbandingan antara perintah dengan besaran set point yang sama seperti perintah kanan dengan set point 45 derajat dan kiri dengan set point -45 serta perintah kanan dua dengan set point 90 derajat dan perintah kiri dua dengan set point -90 derajat memiliki selisih rata-rata lama waktu tempuh yang relatif kecil

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dari penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Telah dibuat sebuah kursi roda elektrik kendali suara dengan menggunakan metode fuzzy logic. Berdasarkan hasil pengujian, kendali suara menggunakan modul voice recognition v3 dapat memberikan perintah pergerakan pada kursi roda elektrik dengan persentase keberhasilan untuk keseluruhan perintah sebesar 82,85%.
 2. Pengujian dilakukan dengan target set point 45 derajat, 90 derajat, -45 derajat, -90 derajat dan 180 derajat dengan lama waktu pencapaian set point 3,24 detik, 4,29 detik, 3,03 detik, 4,43 detik dan perintah balik 5,35 detik. Semakin besar nilai set point yang ditetapkan, maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai set point.
- [3] Kok Seng Eu dkk, 2004. *Fingers Bending Motion Controlled Electrical*.
 - [4] Syam, Rafiudin, dkk. 2014. *Sistem Kendali Fuzzy Logic Pada Tri Star Wheelchair*. Prodi Teknik Mesin. Universitas Hasanudin. Surabaya
 - [5] Kusumadewi, Sri. 2010. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Mendukung Keputusan*. Yogyakarta. Graha Ilmu

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Batan, I Made Londen, 2006, *Pengembangan Kursi Roda Sebagai Upaya Peningkatan Ruang Gerak Penderita Cacat Kaki*. Jurusan teknik Mesin. ITS. Surabaya.
- [2] Fehr, Linda Dkk, 2000, Adequacy Of Power Wheelchair Control Interface For Persons With Severe Disabilities: A Clinical Survey. *Journal of Rehabilitation Research and Development* Vol.37, Departemen Of Veteran Affairs.