

DESAIN DAN IMPLEMENTASI KENDALI KECEPATAN MOTOR PADA ROBOT DENGAN EMPAT RODA OMNI MENGGUNAKAN METODE LOGIKA FUZZY

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF MOTOR SPEED CONTROL ON FOUR OMNI WHEELED ROBOT USING FUZZY LOGIC METHOD

Muhammad Irfan

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

muhammad.irfan_najib@yahoo.com, muhammadirfannajib@gmail.com

Abstrak

Roda omni adalah semacam jenis roda yang memiliki desain mekanik yang berbeda dari roda biasa. Fungsi dari roda omni yaitu dapat membuat suatu robot bergerak dengan direksi yang tidak biasa. Robot dengan roda omni adalah sebuah robot yang sistem gerakannya menggunakan roda omni. Roda omni telah digunakan bertahun-tahun dalam dunia robot industri dan logistik. Sumber utama pengguna terbanyak roda omni adalah perusahaan yang memproduksi untuk sistem konveyor, seperti untuk menangani paket/barang. Roda omni banyak juga digunakan untuk robot omni. Sebuah robot omni dapat berjalan lurus dari titik A ke titik B juga berputar agar dapat tiba di tujuannya. Roda omni juga digunakan untuk kursi roda, kendaraan servis di bandara dan lain-lain. Desain dengan roda omni dapat berjalan kedepan dan kesamping tanpa mengubah posisi roda. Hal tersebut lah yang membuat robot dengan roda omni lebih unggul dibanding robot dengan roda biasa.

Pada tugas akhir penulis, penulis membuat robot dengan penggerak 4 roda omni. *Fuzzy logic* difungsikan untuk memproses masukan 2 variabel dari *joystick* analog. Dengan demikian di harapkan robot dapat bergerak ke segala arah dan mengganti arah gerakannya dengan mudah dan cepat.

Kata Kunci : Roda omni, *Joystick*, *Fuzzy logic*.

Abstract

Omni wheel is a kind of wheel type which has a different mechanical design from conventional wheels. The function of the omni wheels is it can make a robot move with unusual directions. Robot with omni wheels is a robot which use omni wheels as their motion system. Omni wheel has been used for many years in the world of industrial robots and logistics. The main source of most users omni wheel is a company that produces for conveyor systems, such as for handling packages / items. Omni wheel is mostly applied to the robots omni. An omni robot can move straight from point A to point B also rotates in order to arrive at its destination. Omni wheel is also used for wheelchairs, service vehicles at airports and others. Omni wheels can move forward and sideways without changing the position of the wheels. That is what makes a robot with omni-wheels is superior if it compared with a robot which use conventional wheels.

In the thesis, the author makes a robot with 4-wheel omni. *Fuzzy logic* functioned to process the 2 variables as input from analog joystick. Thus expected the robot can move to every direction and change the direction of motion easily and quickly.

Keywords: omni wheels, *Joystick*, *Fuzzy logic*.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Di masa sekarang ini, robot adalah hal yang sering kita jumpai dan sudah banyak di gunakan manusia untuk mempermudah segala pekerjaan dan aktifitasnya. Robot telah digunakan sebagai alat transportasi, untuk mengantar dan mengirim barang, dan juga untuk dunia perindustrian.

Umum nya robot yang memiliki penggerak roda sangat terbatas dalam pergerakan arah jalannya. Dan itu merupakan sebuah kendala dalam pengontrolan robot beroda yang penggerakannya menggunakan roda biasa. Namun dengan menggunakan 4 buah roda omni sebagai alat gerak suatu robot, maka robot tersebut menjadi memiliki banyak arah dalam pergerakannya, bisa 8 arah sampai tak hingga.

Dalam tugas akhir ini, Robot yang penulis rancang disisipkan metode kontrol *fuzzy logic* pada pengontrolan untuk direksi nya. Penulis akan mengontrol 2 variabel pada joystick analog dengan metode *fuzzy logic*. Sehingga robot tersebut dapat bergerak ke segala arah dengan kecepatan tertentu.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, rumusan masalah yang akan menjadi fokus adalah :

- Bagaimana cara mengimplementasikan *fuzzy logic* pada joystick analog agar didapatkan nilai untuk menentukan arah gerak robot?
- Bagaimana cara mengontrol 4 buah roda omni agar robot dapat berjalan sesuai arah pada joystick *smartphone* ?

1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah dapat membuat robot beroda yang memiliki kemampuan arah gerak yang banyak dengan menggunakan penggerak 4 buah roda omni sehingga dapat memberikan solusi bagi pengembangan pada arah gerak robot atau bahkan suatu transportasi yang lebih baik dan efisien.

1.4 Batasan Masalah

Dengan merujuk pada rumusan masalah yang telah dijelaskan sebelumnya dan untuk lebih memfokuskan topik penelitian maka penulis membuat batasan masalah yang akan dibahas. Adapun batasan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

- Robot dapat digunakan pada bidang yang datar.
- Robot menggunakan modul bluetooth HC-06 untuk komunikasi *wireless* dari telepon genggam dengan jarak maksimal 100 meter.
- Robot menggunakan metode kontrol *Fuzzy Logic* untuk penentuan arah gerak robot.

1.5 Metodologi Penelitian

Adapun metode yang penulis gunakan dalam menyusun tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- Studi Literatur

Digunakan untuk mengetahui dasar-dasar teori yang dibutuhkan dalam pembuatan tugas akhir. Adapun sumbernya adalah buku referensi, internet dan diskusi.

- Perancangan

Melakukan pemodelan dan perancangan dari tiap-tiap blok pada keseluruhan sistem yang akan dibuat baik dari perangkat lunak maupun perangkat keras.

- Analisis Masalah

Digunakan untuk menganalisis permasalahan berdasarkan sumber-sumber dan pengamatan terhadap permasalahan tersebut.

- Pengujian Alat

Dilakukan untuk menguji performansi sistem yang telah dirancang.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika yang dilakukan dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan secara singkat latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metode penelitian dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II: DASAR TEORI

Pada bab ini dibahas mengenai teori dasar tentang roda omni, motor DC, Arduino UNO, bluetooth HC-06, joystick analog, *fuzzy logic*.

BAB III: PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Pada bab ini akan dibahas mengenai perancangan dan implementasi sistem yang akan dibuat.

2. Dasar Teori

2.1 Roda Omni

Roda Omni-directional adalah suatu roda unik karena memiliki kemampuan bergerak bebas dua arah. Roda ini berputar seperti roda pada umumnya serta mampu bergeser kesamping menggunakan roda di sepanjang lingkaran luar roda. Roda Omni-directional memungkinkan robot untuk mengkonversi dari robot nonholonomic untuk robot holonomic.

Sebuah robot non-holonomic yang menggunakan roda normal hanya memiliki 2 DOF (*Degree of Freedom*) yang terkendali, yaitu bergerak maju / mundur dan rotasi. Robot non-holonomic tidak memiliki kemampuan untuk bergerak kesamping kiri / kanan sehingga membuat robot lebih lambat dan kurang efisien dalam mencapai tujuan yang diberikan.

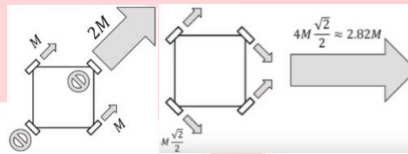
Roda omni-directional holonomic mampu mengatasi masalah ini karena roda memiliki 3 DOF. Berbeda dengan robot non-holonomic normal, robot omni-directional holonomic mampu bergerak ke segala arah tanpa mengubah arah roda. Roda omni-directional holonomic dapat bergerak maju mundur, geser ke samping, dan berputar pada posisi tetap. Kemampuan ini memungkinkan robot yang menggunakan omnidirectional mampu bermanuver untuk lebih lincah dan lebih efisien [1].



Gambar 2.1 Roda Omni

2.1.1 Cara kerja Arah pada Roda Omni

Pada roda omni di butuh kan kombinasi kombinasi perputaran antara roda agar didapatkan gerakan arah yang diinginkan. Sebagai contoh dapat kita lihat pada Gambar 2.2.1.



Gambar 2.2 Kombinasi Roda Untuk Arah Gerak

Dari gambar diatas dapat kita lihat bahwa robot dengan menggunakan empat buah roda omni dapat menghasilkan delapan arah gerak yang berbeda. Karena dari hasil kombonasi putaran empat buah roda omni tersebut akan menghasilkan vektor atau arah.

2.2 Motor DC

Motor DC merupakan perangkat yang berfungsi merubah besaran listrik menjadi besaran mekanik. Prinsip kerja motor didasarkan pada gaya elektromagnetik. Motor DC bekerja bila mendapatkan tegangan searah yang cukup pada kedua kutubnya. Tegangan ini akan menimbulkan induksi elektromagnetik yang menyebabkan motor berputar. Pada umumnya, motor diklasifikasikan menurut jenis *power* yang digunakan dan prinsip kerja motor[2].



Gambar 2. 3 Motor DC 12 Volt

Pada tugas akhir ini penulis akan menggunakan motor DC 12 Volt sebagai aktuator robot. Yaitu sebagai alat pemutar roda omni.

2.3 Arduino UNO

Arduino ini merupakan sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. ATmega328 pada Arduino Uno hadir dengan sebuah bootloader yang memungkinkan kita untuk mengupload kode baru ke ATmega328 tanpa menggunakan pemrogram hardware eksternal[6].



Gambar 2. 4 Modul Arduino UNO

Penulis menggunakan Arduino UNO sebagai kontroler pada robot agar dapat mudah di sesuaikan dengan kebutuhan penulis.

2.4 Bluetooth

Bluetooth merupakan *chip* radio yang dimasukkan ke dalam komputer, printer, handphone dan sebagainya. *Chip* bluetooth ini dirancang untuk menggantikan kabel. Informasi yang biasanya dibawa oleh kabel dengan bluetooth ditransmisikan pada frekuensi tertentu kemudian diterima oleh *chip* bluetooth kemudian informasi tersebut diterima oleh komputer, handphone dan sebagainya.

Secara lebih rinci, Bluetooth menggunakan *short-range radio links* untuk menggantikan koneksi kabel portable atau alat elektronik. Tujuannya adalah mengurangi kompleksitas, *power* serta biaya. Bluetooth diimplementasikan pada tempat-tempat yang tidak mendukung sistem *wireless* seperti di rumah atau di jalan untuk membentuk Personal Area Networking (PAN), yaitu peralatan yang digunakan secara bersama-sama[3].



Gambar 2.5 Modul HC-06 Bluetooth

Pada tugas akhir ini, penulis menggunakan bluetooth untuk komunikasi data antara perangkat telepon genggam penulis dengan mikrokontroler pada robot. Penulis menggunakan modul bluetooth HC-06.

2.5 Joystick Analog

Joystick Analog adalah alat masukan komputer yang berwujud tuas yang dapat bergerak ke segala arah. Alat ini dapat mentransmisikan arah sebesar dua atau tiga dimensi ke komputer. Alat ini umumnya digunakan sebagai pelengkap untuk memainkan permainan video yang dilengkapi lebih dari satu tombol[4].



Gambar 2.6 *Joystick* Analog pada Aplikasi 4Joy Remote

Penulis menggunakan *joystick* analog yang tersedia pada telepon genggam dengan sistem operasi Android. nama dari aplikasi yang digunakan adalah 4Joy Remote, yang terdiri dari *joystick* analog di bagian kiri layar dan empat buah tombol sentuh di bagian kanan layar.

2.6 Fuzzy Logic

Logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfy A. Zadeh dari Universitas California di Berkeley (1965). Logika Fuzzy ini berbeda dengan logika Boolean dimana keadaan hanya menjadi dua kondisi yaitu 0 dan 1 sedangkan logika fuzzy memberikan kemungkinan suatu keadaan dalam interval antara 0 dan 1.

Sistem kendali *fuzzy* adalah metodologi disain sistem kendali yang berbasiskan pada *fuzzy logic*. Definisi *fuzzy logic* berarti operasi logika yang menggunakan aturan *if-then rules*, dimana kendali fuzzy mengkombinasikan aturan *if-then* tersebut untuk menghitung input sistem kontrol[5].

Metode ini digunakan untuk memproses data nilai X dan Y pada keluaran *joystick* analog.

3. Pembahasan

3.1 Gambaran Umum Rancangan Sistem

Pada tugas akhir ini akan dirancang sebuah robot berbentuk segi delapan dengan alat gerak nya berupa empat buah roda omni. Robot tersebut juga dilengkapi modul bluetooth HC-06.

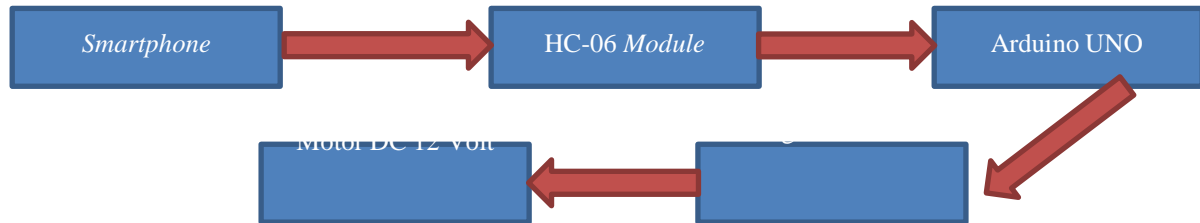
Untuk menggunakan robot ini dibutuhkan sebuah handphone ber sistem operasi Android. *Handphone* tersebut di fungsikan sebagai alat pengontrol arah dengan *joystick* pada perangkat lunak 4Joy Remote.

Lalu informasi data dari joystick analog pada *handphone* akan di olah dengan metode kontrol *fuzzy logic*. Sehingga diharapkan keluaran nya adalah arah pergerakan robot yang fleksibel dan sesuai keinginan pengguna.

3.2 Perancangan Perangkat Keras

Pada perancangan perangkat keras, penulis mengklasifikasikannya menjadi dua perancangan, yaitu elektronika dan mekanik. Pada perancangan elektronika akan dibahas mengenai sistem elektronika yang dipakai dan aplikasinya pada sistem yang akan dibuat. Pada perancangan mekanik akan dibahas mengenai tata letak perangkat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan sistem.

Diagram blok *hardware* :



Gambar 3.1 Diagram Blok *Hardware*

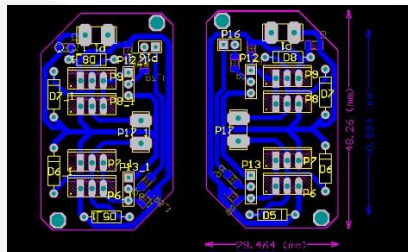
3.2.1 Perancangan Elektronika

Pada bagian elektronika, penulis membagi menjadi empat bagian utama, yaitu : mikrokontroler, modul bluetooth, *motor driver* dan catu daya.

Pertama, mikrokontroler yang digunakan penulis adalah modul Arduino UNO. Penulis memilih modul Arduino yang jenis UNO sebagai mikrokontroler untuk alat tugas akhir ini dikarenakan kepraktisannya, dan juga karena kecocokan jumlah *pin* yang tersedia.

Kedua, modul Bluetooth. Untuk modul Bluetooth nya, penulis menggunakan yang jenis HC-06, agar dapat melakukan komunikasi dengan *handphone*.

Ketiga, *motor driver* 12 Volt. Untuk *motor driver* nya, penulis menggunakan yang jenis H-Bridge, dan penulis akan merancang nya sendiri dengan bantuan *software* Altium Designer 10.'



Gambar 3. 2 Desain PCB *Motor Driver* pada *Software* Altium Designer

Terakhir yang keempat, catu daya yang penulis gunakan pada robot yaitu dua buah baterai jenis li-po 12 Volt dengan kapasitas 2200 mAh. Penulis memilih baterai tersebut sebagai catu daya karena menurut penulis baterai tersebut cocok dari segi tegangan dan kapasitas arus nya.

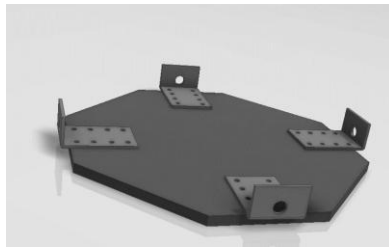
3.2.2 Perancangan Mekanik

Pada perancangan mekanik penullis menjadi tiga bagian yaitu, pembuatan hub roda, *bracket* motor, dan *body* robot.

Pertama pembuatan hub roda, fungsinya adalah untuk menghubungkan roda omni dengan motor DC. Proses pembuatannya yaitu dengan menggambarkan sketsa beserta ukurannya, lalu memesan pembuatannya pada bengkel teknik. Penulis memilih bahan alumunium untuk pembuatan hub roda, karena alumunium lebih ringan dibandingkan besi baja.

Kedua pembuatan *bracket* motor, fungsinya adalah untuk menyatukan motor DC pada *body* robot. Proses pembuatannya sama dengan hub roda, menggambarkan sketsa bentuk dan ukurannya, lalu memberikannya ke tempat bengkel teknik untuk di realisasikan. Penulis juga memilih bahan alumunium agar *bracket* motor menjadi ringan dan kuat.

Ketiga pembuatan *body* robot, prosesnya yaitu dengan mendesain nya terlebih dahulu pada perangkat lunak CorelDRAW agar telah ditentukan bentuk, ukuran, dan peletakan lubang-lubang untuk baut dan mur. Pada *body* robot ini, penulis memilih bahan *acrylic* agar biaya pencetakannya murah, dan bobotnya ringan.

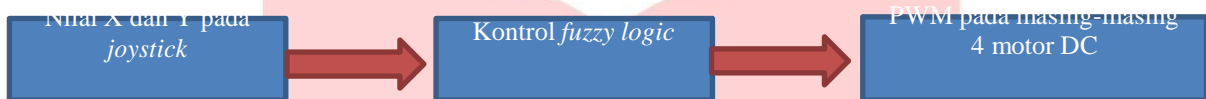


Gambar 3.3 Rancangan Mekanik Base Satu

3.3 Perancangan Perangkat Lunak

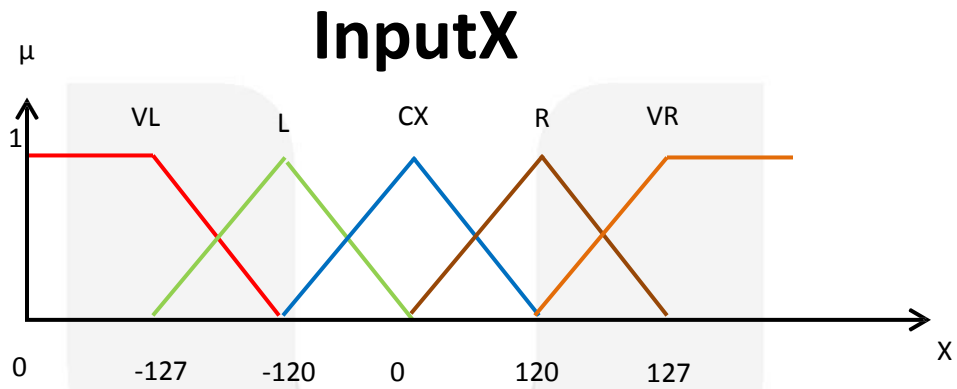
Pada perancangan perangkat lunak penulis menggunakan bahasa pemrograman C, karena penulis menggunakan perangkat lunak Arduino untuk memrogram modul Arduino UNO pada robot. Penulis juga menggunakan perangkat lunak 4Joy Remote pada platform Android sebagai alat pengontrol.

Diagram blok pada software :

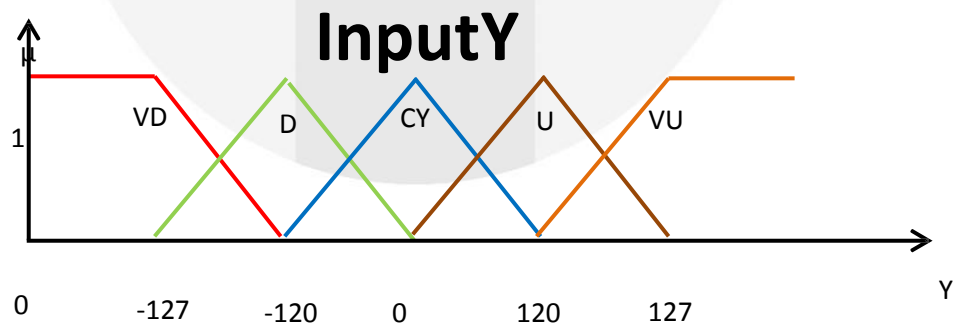


Gambar 3.4 Diagram Blok Software

Berikut ini adalah gambaran kontrol *fuzzy logic* yang digunakan untuk menghasilkan output berupa PWM pada tiap motor DC dengan masukannya nilai dari X dan Y pada joystick :



Gambar 3.5 Pembagian Linguistik Input X



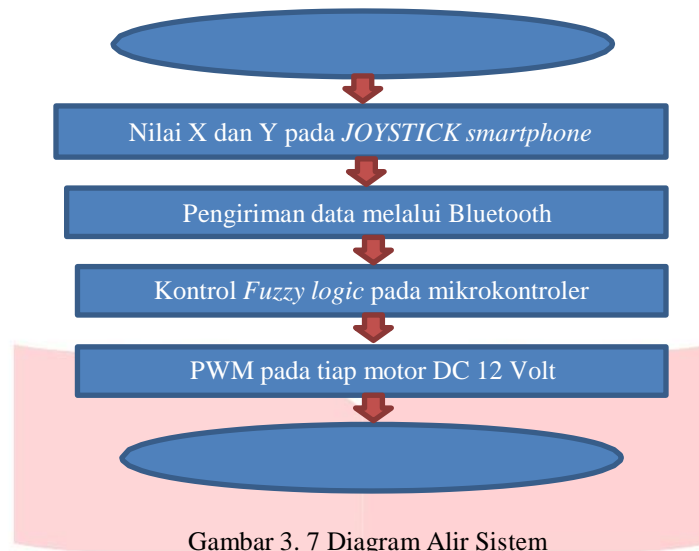
Gambar 3.6 Pembagian Linguistik Input Y

Gambar 3.5 dan Gambar 3.6 diatas adalah gambar dari pembagian linguistik pada kontrol *Fuzzy* untuk masukan nilai Y. Pembagian linguistik nya terbagi menjadi lima, yaitu :

- VD = *Very Down*
- D = *Down*
- CY = *Center Y*
- U = *Up*
- VU = *Very Up*

3.4 Diagram Alir Sistem

Berikut adalah diagram alir dari sistem yang akan dibuat:



Gambar 3. 7 Diagram Alir Sistem

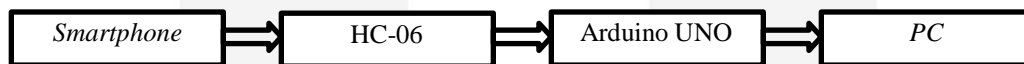
User menggunakan *joystick* pada *smartphone*, lalu data nilai koordinat pada *joystick* diterima mikrokontroler melalui modul Bluetooth, kemudian data akan di proses menggunakan metode *fuzzy logic*, yang akhirnya mempunyai hasil keluaran berupa kombinasi putaran dan kecepatan untuk motor DC yang menghasilkan arah gerak pada robot.

3.5 Pengujian

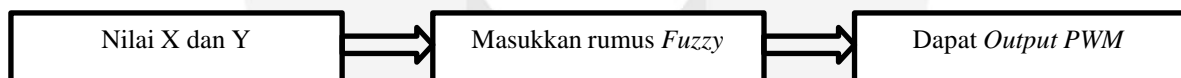
Cara Pengujian :

Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil dari kontrol logika Fuzzy yang berupa *PWM* dengan hasil perhitungan penulis secara manual untuk mendapatkan *PWM*. Pengujian ini melakukan pengambilan 10 sampel percobaan.

Pertama dengan melihat hasil dari *output Fuzzy* pada *serial monitor* di *PC*.



Gambar 4. 9 Diagram Alur Pengujian Kontrol Fuzzy



Gambar 4.10 Diagram Alur Pengujian kontrol Fuzzy dengan Hitung Manual

Tabel 4.2 Pengujian Fuzzy dan Outputnya pada Mokadep dan Mokibel

Pengujian	Nilai X	Nilai Y	PWM mokadep / mokibel		Selisih
			Program	Manual	
1	-8	86	35,83	36	0,17
2	-4	90	37,50	37,50	0
3	4	99	38,31	38,3	0,01
4	15	99	31,11	31,2	0,09
5	32	92	20,27	20,3	0,03
6	38	86	15,58	15,6	0,02
7	51	73	6,59	6,8	0,21
8	69	49	-5,92	-6	0,08
9	103	-19	-42,80	-42,8	0
10	-17	-73	-20,44	-20,2	0,24

Tabel 4.3 Pengujian *Fuzzy* dan *Outputnya* pada Mokidep dan Mokabel

Pengujian	Nilai X	Nilai Y	PWM mokidep / mokabel		Selisih
			Program	Manual	
1	-8	86	-35,83	-36	0,17
2	-4	90	-37,50	-37,50	0
3	4	99	-38,31	-38,35	0,04
4	15	99	-31,11	-31,25	0,14
5	32	92	-18,92	-18,7	0,22
6	38	86	-14,29	-14,06	0,23
7	51	73	-5,39	-5,7	0,31
8	69	49	5,92	-5,9	0,02
9	103	-19	30,66	31	0,34
10	-17	-73	-30,42	-30	0,42

Hasil Pengujian :

Pada pengujian ini dibandingkan *output* control *Fuzzy* yang berupa *PWM* untuk empat buah motor *DC* dengan nilai masukan berupa nilai *X* dan nilai *Y* yang berbeda. Hasil perbandingan yang didapatkan dari 10 sampel percobaan dapat dilihat pada tabel diatas.

Setelah *output* dari *Fuzzy* dibandingkan dengan cara hitung manual, maka di dapatkan data *PWM* yang sama. Jadi hasil pengujian pada kontrol *Fuzzy* dapat dikatakan akurat, karena tidak mempunyai *error*.

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada tugas akhir ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Komunikasi *smartphone* Android dengan Robot menggunakan bluetooth HC-06 dengan aplikasi 4Joy Remote yang kemudian di proses dengan Arduino UNO dapat berlangsung secara real-time dan akurat.
2. Untuk Kontrol *Fuzzy* yang diuji pada tugas akhir penulis memiliki hasil yang sangat baik karena memiliki tingkat akurat yang tinggi. Hal tersebut diketahui dengan samanya hasil perbandingan antara *output* yang berupa *PWM* dari *Fuzzy* dengan cara hitung manual.

Daftar Pustaka:

- [1] Pambudi, W. S. (2011). Rancang Bangun 3 Wheel Omni-Directional Mobile Robot Menggunakan Sensor Position Sensitive Device Serta Sensor Vision Dengan Metode Kendali Fuzzy Logic Controller. Semantik, 3.
- [2] Hendrik, B. (2013). Konsep Omnidirectional pada Robot Beroda. JURNAL TEKNOLOGI INFORMASI & PENDIDIKAN, 50.
- [3] Yulia. (2004). Studi dan Uji Coba Teknologi Bluetooth. JURNAL INFORMATIKA, 106.
- [4] Zeller Jr., Tom (2005-06-05). "A Great Idea That's All in the Wrist". New York Times.
- [5] Negvevitsky, M., "Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent System". Sydney : Addison Wesley. 2002.
- [6] Anonymous. 2013. "Master Mikro Arduino". 2013. E-book dari situs <http://inkubator-teknologi.com/avrsiap-guna/paket-lengkap-belajararduino/>