

KONTROL PERGERAKAN UNTUK *ROBOT SALES PROMOTION* DENGAN METODE FUZZY LOGIC

MOVEMENT CONTROL FOR SALES PROMOTION ROBOT USING FUZZY LOGIC METHOD

Ecky Erlangga Ajie Poetra¹, Angga Rusdinar, Ph.D², Ekki Kurniawan, S.T.,M.Sc³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹eckverlangga@students.telkomuniversity.ac.id, ²anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id,

³ekikurniawan@telkomuniversity.ac.id.

Abstrak

Dalam tugas akhir ini akan dibuat sebuah robot pemasaran (*sales promotion robot*), yaitu robot beroda dengan sebuah kamera sebagai sensor pendeteksi wajah (*face detection*), jika terdapat seseorang yang sedang memandang robot yang kemudian terdeteksi oleh kamera, maka robot tersebut akan berhenti kemudian mengarahkan display atau layar sejajar dengan manusia yang terdeteksi dan mempromosikan barang dan atau jasa melalui layar yang terdapat pada robot, robot tersebut merupakan *mobile robot line follower* yang akan mengikuti jalur berupa garis yang sudah ditentukan (*line follower*).

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah robot dengan dimensi panjang = 69 cm, lebar = 69 cm, tinggi = 127 cm, yang memiliki sebuah rangkaian sensor *line follower* dengan menggunakan 16 buah photodiode yang dapat membedakan warna putih dan warna hitam, kemudian sebuah sistem pergerakan robot yang dapat membuat robot mengikuti jalur yang sudah ditentukan dengan nilai *Pulse Width Modulation (PWM)* maksimal 37.5 ketika robot berada ditengah jalur, dan dapat mengendalikan robot agar tidak keluar jalur.

Kata Kunci : *sales promotion, robot, kamera, face detection, line follower, fuzzy logic.*

Abstract

In this final task will be made a robot marketing (sales promotion robot), the wheeled robot with a camera as a face detection sensor, if there is someone who is looking at the robot and then detected by the camera, then the robot will stop then directs display or screen in front of the humans which is detected and promoting goods and services through the screens contained in the robot, the robot is a mobile robot line follower which will follow the path that has been determined in the form of a line, with using a photodiode sensor as an input to its line follower robot.

The result from this research is a robot with dimension of length = 69 cm, width = 69 cm and height = 127 cm, which has a line follower sensor circuit using 16 photodiode sensor that can distinguish white and black, then a movement robot system that can follow the path who has been designed with maximum value of Pulse Width Modulation (PWM) is 37.5 when the robot at center of the track, and can control the robot so the robot can stay at the track.

Keyword : *sales promotion, robot, camera, face detection, line follower, fuzzy logic.*

I. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Dalam melakukan kegiatan pemasaran, sebuah perusahaan atau wirausaha akan menyewa seseorang untuk melakukan pengenalan (promosi) terhadap barang yang dibuat kepada masyarakat luas.

Orang-orang yang disewa untuk melakukan promosi terhadap suatu barang dan atau jasa biasanya disebut *sales promotion boy* atau *sales promotion girl* (SPB atau SPG).

Dalam hal penyewaan jasa untuk mempromosikan barang dan atau jasa suatu perusahaan, para SPG maupun SPB memiliki tarif jasa yang relatif tinggi, apalagi ketika mereka mempromosikan suatu barang dan atau jasa pada pagelaran-pagelaran besar.

Dari hal tersebutlah dirancang sebuah robot pemasaran yang dapat bekerja seperti para SPG atau SPB yang dalam hal keuangan lebih ekonomis bagi suatu perusahaan atau wirausaha dalam mempromosikan barang atau jasa yang dimiliki. Selain ekonomis, jika kita membandingkan robot dengan manusia, maka robot dapat bekerja satu hari full tanpa berhenti selama daya yang dimiliki masih ada, sedangkan manusia dapat cepat lelah jika bekerja ter-forsir.

1.2 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini yaitu perancangan dan pembuatan sebuah robot *line follower* yang kontrol pergerakannya menggunakan logika fuzzy, robot tersebut juga menggunakan kamera sebagai pendeteksi wajah yang menggunakan metode *haar cascade*.

2. Dasar Teori

2.1 Robot

Kata “robot” berasal dari bahasa Ceko yaitu *robota* yang memiliki arti kerja paksa atau budak, pertama kali digunakan dalam sebuah drama yang berjudul R.U.R (Rossum’s Universal Robots) yang ditulis oleh Karel Capek tahun 1920, yang menggambarkan bahwa robot adalah sebuah mesin yang memiliki kecerdasan yang melayani manusia sebagai penciptanya, yang akhirnya para robot mengambil alih dunia dan menghancurkan umat manusia, namun dalam realita berbeda jauh dari yang digambarkan^[1].

Klasifikasi robot dilihat dari struktur mekanis yaitu Cartesian robot, SCARA robot, Articulated robot, Parallel robot.

Klasifikasi robot dilihat dari kontrol sistemnya yaitu Sequence-control robot, trajectory robot, adaptive robot, teleoperated robot.

Secara fisik robot dibagi menjadi *non-mobile robot* dan *mobile robot*.

2.2 Arduino Uno.

Arduino uno merupakan sebuah sistem minimum mikrokontroler dengan menggunakan ATmega328 sebagai otak pemrosesannya^[2]. Arduino uno memiliki 14 pin digital input dan output, 6 diantaranya dapat menggunakan PWM, 6 pin input analog, 16 MHz *clock*, sebuah *port* USB yang digunakan untuk memasukkan program ke dalamnya, ICSP *header*, sebuah *socket* untuk catu daya, sebuah tombol *reset*. Arduino uno memiliki semua yang dibutuhkan oleh sebuah mikrokontroler sehingga dapat digunakan dengan mudah.

2.3 Pulse Width Modulator (PWM).

Merupakan basis kontrol dalam daya elektronika, teori nilai nol saat waktu naik dan turun dari gelombang PWM ideal merupakan representasi sebuah cara untuk menggerakkan semikonduktor perangkat elektronik modern^[3]. Secara umum merupakan sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam satu perioda, untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda^[4].

Sinyal PWM dapat dibangun dengan banyak cara, salah satunya dengan metode analog, dengan metode ini perubahan PWM terjadi secara halus (presisi), metode lain dengan metode digital, dengan metode digital dipengaruhi oleh resolusi dari PWM, jika kita memiliki PWM digital sebesar 8 bit, maka resolusinya $2^8 = 256$, nilai tersebut merupakan nilai variasi PWM yang berarti memiliki 256 variasi, nilai PWM-nya dimulai dengan 0 – 255 yang mewakili *duty cycle* 0 – 100% dari keluaran PWM tersebut^[5].

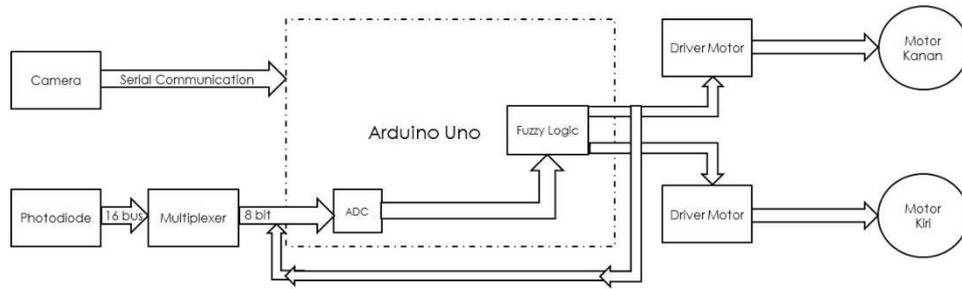
2.4. Logika Fuzzy

Merupakan sistem yang mengikuti cara penalaran manusia yang cenderung menggunakan pendekatan dan bukan eksak. Sebuah pendekatan yang menggabungkan nilai real dan operasi logika, metode logika fuzzy merupakan metode yang dapat diimplementasikan dengan mudah, diasumsikan bahwa sistem kontrol fuzzy logic akan diaplikasikan, sistem tersebut sangat efektif, mudah diimplementasikan, hanya membutuhkan pengetahuan umum tentang pengaturan kontrol, tidak membutuhkan informasi yang akurat dari sistem^[6].

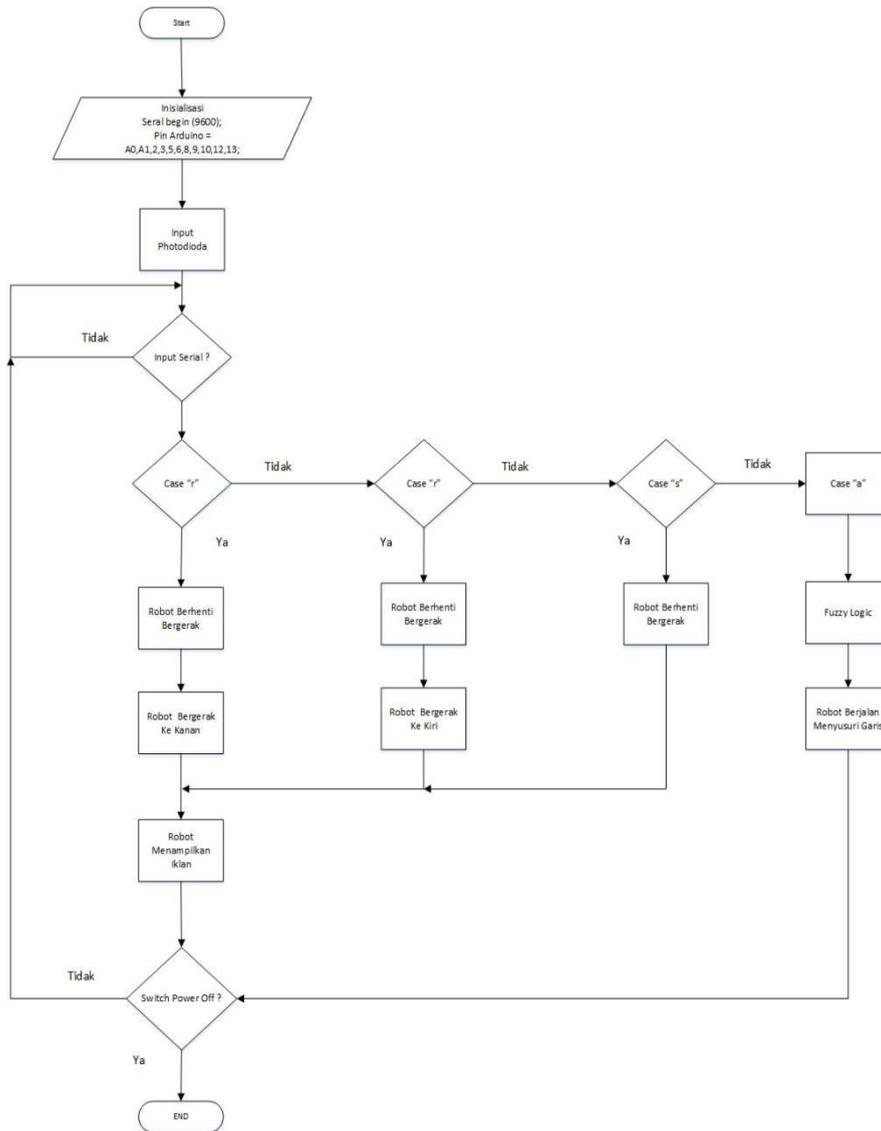
Dengan menggunakan metode tersebut, kontrol gerak pada robot untuk dapat berputar 180° atau berbelok arah tanpa keluar jalur yang ditetapkan dapat diatasi dengan metode tersebut.

3. Perancangan

Sistem yang akan dibangun pada tugas akhir ini adalah sistem kendali lampu sorot untuk keperluan panggung pertunjukkan. Dengan memanfaatkan motor servo HS-311 sebagai penggerak lampu sorot, diharapkan sistem mampu menggerakkan lampu sorot dengan input yang diberikan. Input dari sistem diberikan oleh operator melalui aplikasi web yang telah dirancang khusus untuk mengendalikan sistem. Komunikasi WiFi digunakan antara aplikasi web dan mikrokontroler Arduino Yun untuk menghubungkan kedua perangkat agar input yang diberikan sampai ke mikrokontroler secara nirkabel.



Gambar 1 Diagram Blok



Gambar 2 Flowchart Sistem Pergerakan Robot

3.1 Rangkaian Sensor Photodiode

Menggunakan 16 buah sensor photodiode dan 16 buah led, yang akan dibuat berpasangan. led dan photodiode akan berkerja sebagai *transmitter* dan *receiver*,

Nilai tegangan out yang dihasilkan dapat dihitung dengan rumus pembagi tegangan:

$$V_{out} = \frac{R_{pd} \cdot V_{in}}{R_{pd} + R_p} \tag{1}$$

Nilai RPD9 merupakan nilai tahanan photodiode, jika tidak terkena cahaya nilai tahanan sebuah

photodiode pada umumnya 150 KOhm, jika terkena cahaya pada umumnya nilai tahanan photodiode sebesar 10 KOhm.

Digunakan 2 buah multiplexer untuk menentukan tiap-tiap sensor yang aktif yang kemudian data yang diterima diolah terlebih dahulu dengan menggunakan rumus

$$\bar{Y} = \frac{1}{6} (x_{0-1} + x_{0-2} + x_{0-3} + x_{0-4} + x_{0-5} + x_{0-6}) \tag{2}$$

3.2 Desain Robot

Desain rangka robot menggunakan bahan alumunium dengan dimensi rangka :

- Panjang : 60 cm.
- Lebar : 30 cm.
- Tinggi : 127 cm.
- Jika diukur secara keseluruhan dengan semua komponen sudah terpasang :
- Panjang : 69 cm.
- Lebar : 69 cm.
- Tinggi : 127 cm



Gambar 3 Robot Tampak Depan

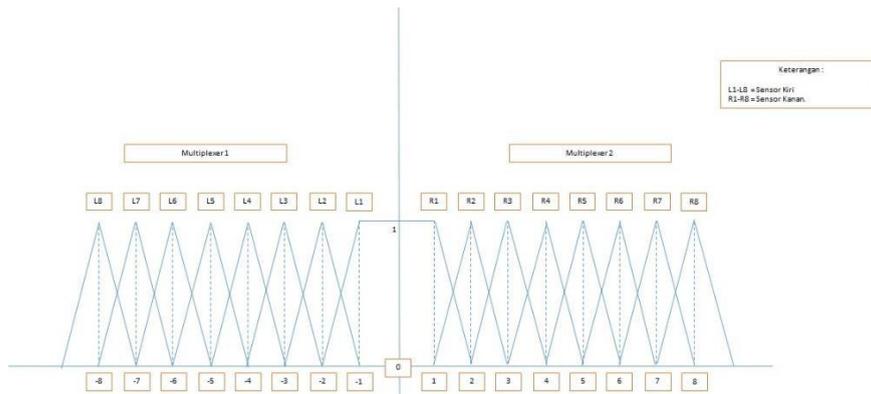
3.3 Voltage Regulator

Merupakan rangkaian elektronika yang menggunakan IC LM2576 yang berfungsi untuk menurunkan tegangan masukan sebesar 12V dari sebuah *accumulator* menjadi sebesar 5V 3A *regulated*.

3.4. Desain Logika Fuzzy

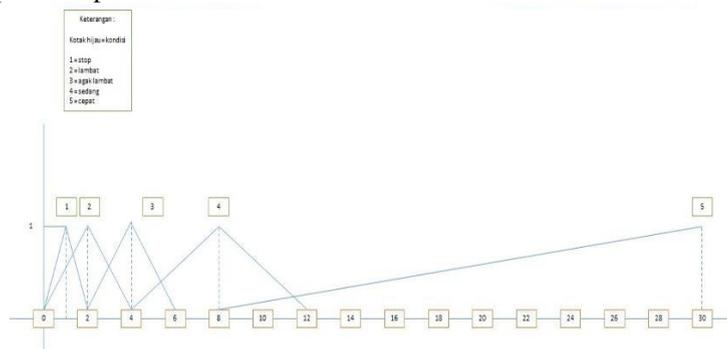
Logika fuzzy yang dibuat dengan menggunakan himpunan *crisp* berbentuk segitiga, dan defuzzyfikasi dengan menggunakan model mamdani. Logika fuzzy yang dibuat terdiri dari 1 buah himpunan input dan 1 buah himpunan output.

Bentuk himpunan input logika fuzzy :



Gambar 4 bentuk himpunan input logika fuzzy

Bentuk Himpunan Output :



Gambar 5 bentuk himpunan output

Himpunan input fuzzy diatas memiliki variabel linguistik bernama “L1-L8” dengan nilai [-1,-8], dan “R1-R8” dengan nilai [1,8], sedangkan himpunan output fuzzy memiliki variabel linguistik berupa “stop”, ”lambat1”, ” lambat2”, ” lambat3”, ” sedang1”, ” sedang2”, ” sedang3”, “cepat1” dan” cepat2” dengan nilai PWM = (1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 37.5).

Dari himpunan input dan output fuzzy diatas, dibuatlah pengkondisian seperti ini :

Tabel 1. Fuzzy Inference System

Daerah “L”		Daerah “R”	
Jika	Maka	Jika	Maka
L8	Stop	L8	Stop
L7	Lambat	L7	Lambat
L6	Lambat	L6	Lambat
L5	Agak lambat	L5	Agak lambat
L4	Agak lambat	L4	Agak lambat
L3	Sedang	L3	Sedang
L2	Sedang	L2	Sedang
L1	Cepat	L1	Cepat

Nilai derajat keanggotaan :

$$uLa = \frac{L_i - x}{L_i - L_{i+1}}$$

u

L

$$b = \frac{x - l}{L - l}$$

(3)

(4)

Setelah mendapatkan nilai keanggotaannya, maka langkah selanjutnya yaitu defuzzyfikasi dengan menggunakan metode *Center of Gravity*, nilai output yang dihasilkan memiliki fungsi :

$$\text{Output} = \frac{(0.7 * (2.4 + 2) * 10) + (0.3 * (2.9 + 2.6) * 10)^2.9}{(0.7 * (2.4 + 2) * 10) + (0.3 * (2.9 + 2.6) * 10)^2.9} \tag{5}$$

4. Pengujian dan Analisis Sistem

4.1 Pengujian Rangkaian Sensor *Line Follower*

Dari hasil pengujian dari tiap-tiap rangkaian sensor dihasilkan nilai-nilai berikut

Pembacaan warna putih :

Tabel 2. Hasil Pembacaan Warna Putih

Multiplexer 1			Multiplexer 2		
Sensor	Minimum	Maximum	Sensor	Minimum	Maximum
0	887	904	0	861	875
1	917	931	1	898	914
2	833	850	2	877	859
3	933	952	3	816	832
4	711	725	4	916	931
5	852	866	5	944	966
6	629	641	6	888	901
7	766	753	7	896	932

Pembacaan Warna Hitam :

Tabel 3. Hasil Pembacaan Warna Hitam

Multiplexer 1			Multiplexer 2		
Sensor	Minimum	Maximum	Sensor	Minimum	Maximum
0	1017	1023	0	1016	1023
1	1017	1023	1	1017	1023
2	1004	1016	2	1016	1023
3	1018	1023	3	1006	1018
4	985	999	4	1019	1023
5	1016	1023	5	1017	1023
6	971	985	6	1018	1023
7	1004	1017	7	1017	1023

Hasil data ditabel 2 dan table 4 akan dijadikan batas antara warna putih dengan warna hitam, pembuatan batas antara warna putih dan warna hitam dengan mengambil nilai tengah dari nilai maksimum putih dan nilai minimum hitam.

Nilai batas warna putih dengan warna hitam :

Tabel 4. Nilai *Tresshold* setiap sensor

Multiplexer 1		Multiplexer 2	
Sensor	Tresshold	Sensor	Tresshold
0	960	0	945
1	974	1	965
2	927	2	937
3	985	3	919
4	855	4	975
5	941	5	991
6	806	6	959
7	878	7	974

Dari nilai tersebut sensor dapat membedakan warna putih dengan warna hitam, dengan demikian robot dapat berjalan mengikuti jalur berwarna hitam yang telah ditentukan.

4.2 Pengujian Driver Motor

Nilai-nilai yang diberikan serta nilai tegangan yang dihasilkan yaitu :

Tabel 5. Hasil PWM

Pengujian ke-n	Nilai PWM (0-255)	Tegangan Pada Motor DC (V)
1	3	0,91
2	5	1,10
3	10	1,29
4	30	2,70
5	164	6,88

Dari table 5 Terlihat bahwa setiap nilai pwm yang diberikan menghasilkan nilai tegangan yang berbeda-beda, hal ini menunjukkan bahwa driver motor berfungsi dengan baik dan mampu untuk mengendalikan kecepatan motor dc yang akan digunakan pada robot.

4.3 Pengujian Logika Fuzzy

Pengujian akan dilakukan dengan melihat hasil keluaran dari logika fuzzy yang telah dibuat untuk setiap kondisi dengan pembagian input sensor photodiode sebagai berikut :

Hasil dari pengujian logika fuzzy sebagai berikut :

Nilai ouput logika fuzzy pada saat robot berjalan lurus :

Tabel 6. Nilai setiap sensor dan nilai output fuzzy logic saat berjalan lurus

L8	L7	L6	L5	L4	L3	L2	L1	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	Muxal	Out1	Out2
0	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	37.5	37.5

Nilai out1 dan out2 merupakan nilai pwm yang didapatkan dari logika fuzzy, Out1 untuk mengendalikan motor kiri, sedangkan Out2 mengendalikan motor kanan, nilai tersebut diperoleh dengan melihat nilai muxal, nilai muxal merupakan nilai rata-rata dari tiap-tiap sensor yang mendeteksi warna hitam dengan rumus :

$$Out = \left(\frac{L8 + \dots + L1}{8} \right) + \left(\frac{R8 + \dots + R1}{8} \right) \tag{21}$$

Tabel 7. Nilai sensor saat robot berjalan searah jarum jam

L8	L7	L6	L5	L4	L3	L2	L1	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	Muxal	Out1	Out2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	2.5	37.5	4

Tabel 8. Nilai sensor saat robot berlawanan arah jarum jam

L8	L7	L6	L5	L4	L3	L2	L1	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	Muxal	Out1	Out2
0	0	0	0	-4	-3	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	3.5	37.5

Dari tabel 7 terlihat ketika sensor R2 dan R3 mendeteksi warna hitam maka muxal bernilai 2.5, dan menghasilkan nilai 4 untuk Out2, sedangkan out1 bernilai 37.5, dari situ terlihat perbedaan yang sangat besar antara Out1 dan Out2, dengan demikian robot dapat berbelok kearah kanan.

Sedangkan tabel 8 memperlihatkan nilai sensor saat robot berbelok kekiri, perbedaan nilai out1 dan out2 juga sangat besar, karena perbedaan tersebut robot dapat berbelok kearah kiri.

Dari hasil pengujian logika fuzzy yang dilakukan, dapat terlihat bahwa logika fuzzy yang dibuat telah bekerja dengan baik, sehingga dapat mengontrol sistem pergerakan robot untuk dapat mengikuti jalur yang telah ditentukan dengan sangat baik.

5. Kesimpulan

Hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada perancangan dan implementasi kontrol pergerakan untuk robot sales promotion dengan menggunakan fuzzy logic menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pembacaan rangkaian sensor dapat membedakan warna putih dengan warna hitam dengan benar, tiap-tiap sensor memiliki *threshold* masing-masing untuk dapat membedakannya. Kemudian dengan mengolah data yang didapat dari sensor sebelum ditentukan nilai *threshold*-nya, data yang diolah dengan cara mengambil nilai rata-rata dari 5 buah data yang dibaca oleh tiap-tiap sensor, hal ini dapat mengurangi tingkat error yang dihasilkan dari turun atau naiknya nilai dalam pembacaan salah satu warna yang sangat besar. Penentuan *threshold* dilakukan dengan mengambil nilai tengah dari nilai maksimum pembacaan warna putih dengan nilai minimum pembacaan warna hitam, dilakukan demikian ketika terjadi perubahan pembacaan dari warna putih ke hitam nilai yang dibaca sensor tidak serta-merta melonjak jauh, karena hal itu ketika sebuah sensor sedang berada diantara warna hitam atau putih, sensor dapat mengambil nilai yang pas untuk kondisi input logika fuzzy agar jalan robot sesuai dengan jalurnya.
2. Logika fuzzy yang dibuat sudah bekerja cukup baik sehingga dapat mengontrol pergerakan dari robot, hasil analisis yang didapat dari pengujian yang dilakukan memperlihatkan, setiap terjadi perubahan kondisi input maka berubah pula output yang dihasilkan, meskipun perubahan input yang terjadi kecil, misalkan dari 0 ke 0.5, output yang dihasilkan juga akan berubah, namun itu tidak terjadi ketika terdapat 2 buah input dengan kondisi output yang sama, contoh "L7" dan "L6", dari kondisi tersebut maka nilai output yang dihasilkan akan selalu sama. Dari hal tersebut juga terlihat bahwa driver motor yang digunakan telah bekerja dengan sangat baik untuk dapat mengontrol kecepatan motor dc, sehingga robot dapat mengikuti jalur yang telah dibuat dengan cukup baik.

Daftar Pustaka :

- [1] Glaser, Horst Albert, Rossbach, Sabine (2011), *The Artificial Human*, Frankfurt/M., Bern, New York: Peter Lang. ISBN 978-3631578087.
- [2] Arduino.cc (diakses 4 Desember 2014).
- [3] Vasca, F; Iannelli, L. (2012), *Dynamics And Control of Switched Electronic Systems Advance Perspective for Modelling, Simulation and Control of Power Converters*, XIV, 494 p, ISBN : 978-1-4471-2884-7.
- [4] *Pulse Width Modulation*, http://andri_mz.staff.ipb.ac.id/pulse-width-modulation-pwm/ (diakses 3 Desember 2014).
- [5] Perancangan dan Implementasi DC to DC Converter sebagai *driver* motor dc kapasitas 200 volt 9 ampere dengan metode *Pulse Width Modulation*, Seno Ajie Nugroho, <http://digilib.tes.telkomuniversity.ac.id>. (diakses 5 Desember 2014).
- [6] Glowicki, M. dan Bohdan S. Butkiewicz (2013), "Autonomous Line-Follower with Fuzzy Control", *Signal Processing Symposium (SPS)*, IEEE, Vol.1.
- [7] Suyanto (2014), "Artificial Intelligence", Bandung, Informatika.