

STUDI PENERAPAN FUZZY LOGIC PADA PENGATURAN KECEPATAN MOTOR DC MENGGUNAKAN ARDUINO UNO AT 328

Rizky Naufal Farid, Saiful Karim, Gusti Eddy Wira Pratama¹²³

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Islam Kalimantan MAB Banjarmasin¹²³
E-mail : Rizky.Naufal25@Gmail.com, ifulsuperindo@gmail.com,
gang.adhyaksa1@gmail.com,¹²³

ABSTRAK

Metode kendali *fuzzy logic* ini diimplementasikan pada motor DC agar *output* yang dihasilkan sesuai dengan putaran motor DC yang akan dirancang. Agar output putaran motor DC berada di rentang kecepatan yang telah ditentukan. Penerapan *fuzzy logic controller* adalah sistem akan menyesuaikan output berdasarkan input sensor. Studi penerapan *fuzzy logic* yang akan dirancang menggunakan 2 input sensor LDR sebagai input *fuzzy*, mikrokontroler *Arduino UNO* sebagai pusat pengolahan data, encoder sebagai penghitung kecepatan motor, dan motor DC 12V sebagai *output*. Perancangan *fuzzy logic* yang digunakan yaitu metode sugeno karena sesuai dengan sistem kontrol *fuzzy logic* yang ingin diimplementasikan. Hasil dari studi perancangan tersebut adalah menghasilkan Kecepatan lambat (594-616 RPM), sedang (638-660 RPM), dan cepat (880-946 RPM), pada Motor DC sesuai input sensor *LDR* dengan cara terhalangnya sensor oleh sebuah objek, sesuai sistem *fuzzy logic* yang dirancang.

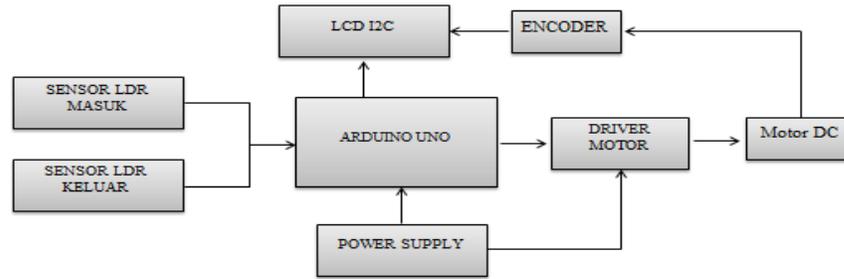
Kata kunci : *fuzzy Logic*; *Motor DC*; *Arduino UNO*; Sugeno

1. Pendahuluan

Perkembangan suatu teknologi dimana tidak lagi memakai cara konvensional untuk mendapatkan suatu hasil yang diinginkan dengan memakai persamaan matematika. Tetapi menerapkan suatu sistem kemampuan manusia untuk mengendalikan sesuatu, yaitu dalam bentuk aturan-aturan. Jika – maka (If – Then Rules), sehingga proses pengendalian akan mengikuti pendekatan secara linguistik, sistem ini disebut dengan sistem kendali logika fuzzy, yang mana sistem kendali logika fuzzy ini tidak memiliki ketergantungan pada variabel – variabel proses kendali. Sistem ini dikembangkan dalam bidang teknik kontrol, terutama untuk sistem nonlinier dan dinamis (Hidayati, Prasetyo, 2016). Pada penyusunan laporan ini akan dilakukan pembuatan sebuah mikrokontroler yang berbasis Fuzzy-LDR kontroler akan mempermudah dalam pengontrolan kecepatan motor (DC), dan untuk mengimplementasikan sistem tersebut, maka salah satu aplikasi yang dapat dibuat adalah dengan “Studi Penerapan Fuzzy Logic Pada Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan Arduino Uno AT 328”.

2. Metodologi Penelitian

Jenis penelitian ini adalah Studi kasus untuk mengetahui pengimplementasian Logika Fuzzy pada Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan Arduino Uno AT 328, variable yang diperlukan yaitu data sensor masuk dan sensor keluar pada sensor LDR. Tahapan-tahapan yang dilakukan oleh penulis dalam Studi penerapan Fuzzy Logic terhadap pengaturan kecepatan Motor DC menggunakan Arduino Uno adalah :



Gambar 1 Diagram Block Sistem rangkaian Arduino

Penjelasan dari masing-masing blok sebagai berikut :

1. Arduino UNO adalah mikrokontroler yang digunakan untuk memproses data baik dalam membaca sensor ,memberikan perintah ke Driver Motor. Dan dapat mengatur kecepatan motor DC.
2. Sensor LDR Masuk & Keluar membaca data masukan, kemudian pembacaan tersebut dibaca oleh Arduino UNO pada pin analog yang kemudian dikalibrasi dengan rumus tertentu.
3. LCD I2C untuk menampilkan data pada saat pembacaan sensor LDR dan Encoder.
4. Driver motor memproses data yang dikirim oleh Arduino UNO kemudian memutar motor DC.
5. Motor DC digunakan untuk Output Hasil data masukan dan pemrosesan Logika Fuzzy di Arduino Uno.
6. Encoder membaca putaran dari Motor DC kemudian menampilkan hasil pada LCD.

Pemrograman mikrokontroler Arduino Uno menggunakan bahasa pemrograman C melalui software Arduino IDE. Program utama merupakan kombinasi dari program hardware serta sub program lainnya sehingga didapatkan algoritma program Fuzzy logic. Alur program utama dimulai dari pendeklarasian variabel dan *library* serta pengaturan input output. Apabila Sensor menerima data maka akan ada notifikasi pada lcd. Pada proses pengecekan awal, sensor akan membaca data keluaran pada sensor untuk diolah datanya kemudian disimpan dalam sebuah variabel. Dan di proses pada program logika Fuzzy yang telah di buat.

Jika input dari sensor terbaca benar maka data akan di proses pada program Logika Fuzzy dan akan menghasilkan Output untuk di teruskan ke driver motor untuk menjalankan motor sesuai rules yang telah di buat sebelumnya. Untuk memperoleh data dalam menyusun Studi ini adalah menggunakan beberapa langkah antara lain:

1. Penelitian lapangan (Field research)
2. Observasi awal
3. Identifikasi Masalah
4. Studi Pustaka

3. Analisa Data dan Hasil

Analisa data alat dilakukan dengan membaca sensor data kemudian memasukkan data kedalam program Fuzzy logic Pada Arduino Uno, dimana hasil pengolahan data tersebut ditampilkan pada LCD 1602, kemudian diteruskan ke driver motor untuk menjalankan motor DC untuk melihat bentuk gelombang dan kecepatan putaran pada motor DC dengan Oskiloskop.

Tabel 1 Perencanaan Tampilan Data pada Tabel

INPUT			OUTPUT			Kec.	Frek.	Teg.
sensor A	sensor B	Rule	Hasil	Nilai	Out	RPM	HZ	Volt
sedikit	sedikit	sedikit, sedikit						
sedang	sedikit	sedang, sedikit						
banyak	sedikit	banyak, sedikit						
sedikit	sedang	sedikit, sedang						
sedang	sedang	sedang, sedang						
banyak	sedang	banyak, sedang						
sedikit	banyak	sedikit, banyak						
sedang	banyak	sedang, banyak						
banyak	banyak	banyak, banyak						

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam artikel ini dibahas tentang pengujian perencanaan dari alat yang dibuat. Pengujian dilakukan mengetahui cara kerja dan dari hasil apakah sesuai dengan perencanaan. Dari hasil pengujian akan didapat data dan mengolah data tersebut untuk nantinya ditampilkan pada LCD dan mengirimkannya ke Driver motor. Pengujian pengambilan data yang dilakukan pada masing masing bagian dan secara keseluruhan.

Pengujian perangkat keras bertujuan untuk memeriksa apakah *hardware* yang akan digunakan dalam proyek penulis berjalan secara normal atau tidak, mengetahui cara kerja dari alat ini dan untuk mengetahui apakah perangkat sudah sesuai dengan perencanaan atau belum. Untuk memeriksa *hardware* dilakukan dengan memberi *power* pada komponen *hardware* sesuai spesifikasinya dan diprogram untuk melihat apakah hasilnya sesuai dengan program yang sudah dibuat.

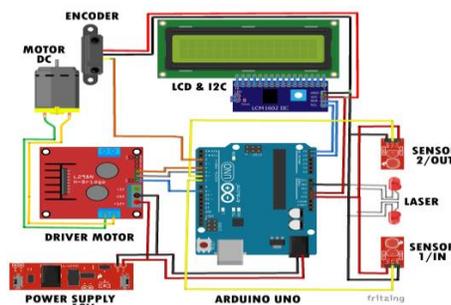
Adapun pengujian yang dilakukan sebagai berikut :

1. Pengujian mikrokontroler Arduino Uno dan LCD 1602
2. Pengujian sensor LDR
3. Pengujian Encoder
4. Pengujian Driver dan Motor DC

Perancangan Alat

Perancangan Hardware

Pada sistem Penerapan Fuzzy Logic pada Pengaturan Kecepatan Motor DC diperlukan konfigurasi pin pada sensor dengan pin pada Arduino UNO.



Gambar 2 Rangkaian perancangan sistem pada Arduino Uno

Tabel 2 Konfigurasi pin pada Arduino Uno

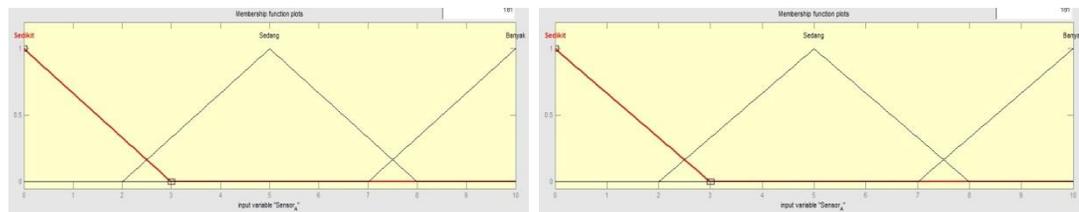
No	Pin Arduino Uno	Input / Output
1	2	Encoder
2	4	IN 2 DRIVER MOTOR
3	5	IN 1 DRIVER MOTOR
4	9	IN A DRIVER MOTOR
5	6	Sensor LDR B
6	7	Sensor LDR A
7	PIN A4	SDA I2C LCD
8	PIN A5	SCL I2C
9	5V	VCC (LCD DAN LDR)
10	GND	GND (LCD DAN LDR)



Gambar 3 Board Layout Board

Bagian board pada bagian luar terdiri dari : Motor DC, Sensor LDR, dan Encoder.
 Bagian board pada bagian dalam terdiri dari : kabel, adaptor, Arduino Uno, Driver Motor, dan LCD.

Studi Penerapan Fuzzy Logic Pada Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan Arduino Uno. Pengamatan dilakukan untuk mempelajari fuzzyfikasi dan mengamati gelombang hasil output Fuzzy logic pada arduino Uno di Oskiloskop. Pada sistem kendali putaran motor DC otomatis ini terdapat dua input yang akan di fuzzifikasikan ke himpunan fuzzy dan menjadi fungsi keanggotaan fuzzy.



(A)

(B)

Gambar 4 (A) Himpunan Banyak Data Sensor A, (B) Himpunan Banyak Data Sensor B

Himpunan Sensor A :

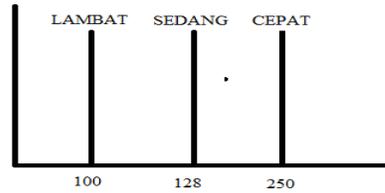
- Sedikit (S) = 0 - 3 orang
- Sedang (M) = 2 - 8 orang
- Banyak (B) = 7 - 10 orang

Himpunan Sensor B :

- Sedikit (S) = 0 - 3 orang
- Sedang (M) = 2 - 8 orang
- Banyak (B) = 7 - 10 orang

Untuk sistem Perputaran Motor DC ini, digunakan beberapa rule yang kemungkinan besar akan terjadi pada Motor DC yang akan dikendalikan tersebut. Dalam pembuatan rule atau pernyataan ini,

sebenarnya tidak memiliki batasan dalam jumlahnya, semakin banyak rule - rule yang dibuat semakin tepat dan detail kerja alat yang dirancang.



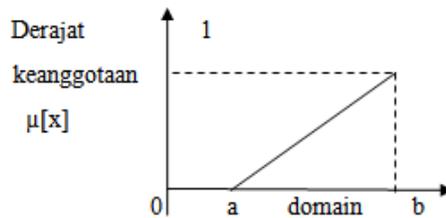
Gambar 5 Himpunan Kecepatan Motor dalam PWM

Output
 Lambat = 100 PWM
 Sedang = 128 PWM
 Cepat = 250 PWM

Tabel 3
 Matrik Rules Fuzzy

INPUT		OUTPUT
SENSOR A	SENSOR B	KECEPATAN
Sedikit	Sedikit	Lambat
Sedang	Sedikit	Sedang
Banyak	Sedikit	Cepat
Sedikit	Sedang	Lambat
Sedang	Sedang	Lambat
Banyak	Sedang	Sedang
Sedikit	Banyak	Lambat
Sedang	Banyak	Lambat
Banyak	Banyak	Lambat

Ada 2 keadaan himpunan *fuzzy* yang linear. Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol (0) bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi .



Gambar 6 Representasi Linear Naik.

Sumber : Mahmudin Dadin, Dharma Andri Setya, Susanto Erwin, dan Wahyu Yuyu, (2014)

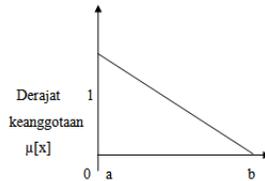
Fungsi Keanggotaan:

$$f(x) \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a < x < b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :
 x = nilai input fuzzy logic
 a = nilai keanggotaan terendah

b = nilai keanggotaan tertinggi

Kedua, merupakan kebalikan dari yang pertama. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.



Gambar 7 Representasi Linear Turun

Sumber : Mahmudin Dadin, Dharma Andri Setya, Susanto Erwin, dan Wahyu Yuyu, (2014)

Fungsi Keanggotaan:

$$f(x) \begin{cases} 0; & x \geq b \\ \frac{b-x}{b-a}; & a < x < b \\ 1; & x \leq a \end{cases} \dots\dots\dots(2)$$

Ket :

- x = nilai input fuzzy logic
- a = nilai keanggotaan tertinggi
- b = nilai keanggotaan terendah

Fuzzyfikasi :

$$\alpha \text{ predikat } 1 - n = \text{MIN} (SA * \text{Rules } 1 - n) \cap (SB * \text{Rules } 1 - n)$$

Ket :

- SA = Jumlah masuk
- SB = Jumlah keluar
- Rules = nilai rules aturan fuzzy yang di buat

Defuzzyfikasi :

$$Z = \frac{(\alpha \text{ predikat } 1 * \text{rules } 1) + (\alpha \text{ predikat } 2 * \text{rules } 2) \dots \text{dst}}{\alpha \text{ predikat } 1 + \alpha \text{ predikat } 2 + n \dots \text{dst}} = \frac{\text{total } \alpha \text{ predikat } * \text{rules}}{\text{total } \alpha \text{ predikat}}$$

Ket :

- $\alpha \text{ predikat}$ = hasil dari fuzzyfikasi
- Rules = nilai rules aturan fuzzy yang di buat

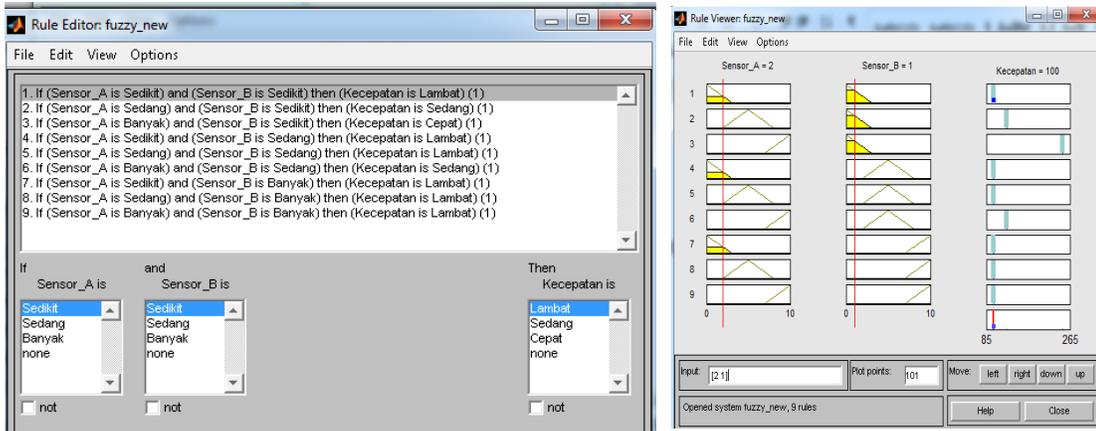
Nilai Output dari Sensor Masuk (x_1) Sensor Keluar (x_2) adalah z dimana nilai tersebut masuk output **Rules**.

Metode perhitungan persamaan Logika Fuzzy metode Sugeno

Untuk pengujian dengan logika Fuzzy metode Sugeno ini maka perlu digunakan 2 cara sebagai pembandingan kebenarannya, yaitu :

- a) Metode Manual (Perhitungan Manual/Matematis).
- b) Metode Otomatis (Perhitungan dengan menggunakan Software Matlab).

Metode Perhitungan dengan Matlab

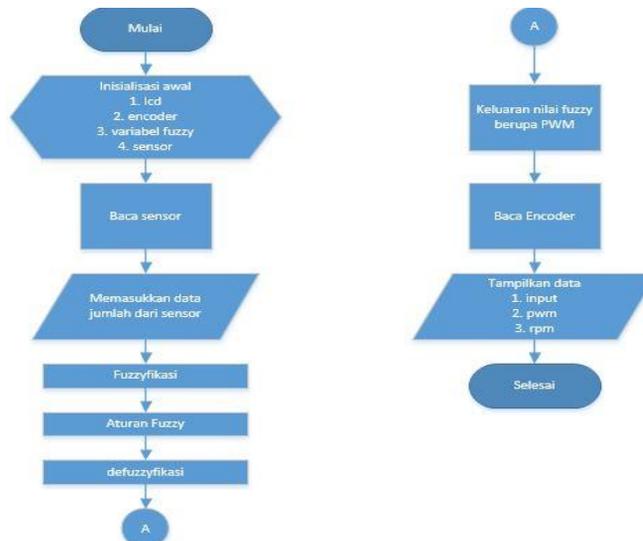


Gambar 8 Contoh rules Hasil perhitungan dengan Matlab.

Tabel 4 Hasil Perbandingan perhitungan manual dan otomatis

Sensor A	Sensor B	Manual	Otomatis
2	1	100	100
6	2	128	128
9	1	250	250

Pemrograman yang akan dikembangkan meliputi beberapa bagian yaitu program membaca sensor, mengolah data dari sensor, program untuk mengirim data ke driver motor DC untuk mengukur output kecepatan dan bentuk gelombang pada oskiloskop.



Gambar 9 Flowchart Pembacaan dan Pengolahan Data Sensor pada Arduino UNO

Setelah dilakukan Metode perhitungan persamaan Logika Fuzzy metode Sugeno secara manual (matematis) dan otomatis (software), maka langkah selanjutnya yaitu memprogram pada Arduino Uno.

Setelah selesai program di upload pada arduino uno dan berjalan sesuai dengan perancangan software, maka penulis kemudian mengukur hasil output Arduino Uno menuju Driver Motor DC pada pin pwm pada arduino (pin 9) berikut gambar hasil dari pengukuran berdasarkan output Arduino Uno yang sudah di program Logika Fuzzy tersebut. Berikut hasil pengamatan output pada oskiloskop :

Berikut Gambar bentuk Gelombang hasil pengukuran pada Oskiloskop.



(A) (B) (C) (D)
 Gambar 10 Bentuk Gelombang hasil pengukuran pada Oskiloskop

Ket : Gambar (A) Bentuk Gelombang hasil pengukuran pada Oskiloskop (Lambat 0 dan Minus), Gambar (B) Bentuk Gelombang hasil pengukuran pada Oskiloskop (Lambat Selain 0 dan Minus), Gambar (C) Bentuk Gelombang hasil pengukuran pada Oskiloskop (Sedang), Gambar (D) Bentuk Gelombang hasil pengukuran pada Oskiloskop (Cepat).

Setelah diketahui bentuk gelombang melalui pengukuran oskiloskop maka untuk mengetahui kecepatan motor DC tersebut digunakan sebuah alat (hardware) encoder yang berfungsi untuk mengukur kecepatan putaran motor DC.

Encoder tersebut sebelumnya di program terlebih dahulu melalui Arduino UNO untuk bisa membaca putaran motor DC tersebut dan dimana hasilnya akan ditampilkan pada LCD. Berikut adalah tabel hasil pengukuran dari encoder

Tabel 5 Hasil pengukuran encoder untuk output kecepatan motor DC

INPUT		Rules	OUTPUT	
sensor A	sensor B	Rule	output	RPM
sedikit	sedikit	sedikit, sedikit	lambat	594-616
sedang	sedikit	sedang, sedikit	sedang	638-660
banyak	sedikit	banyak, sedikit	cepat	880-946

Analisa

Dari pengamatan yang dilakukan bahwa output gelombang dari sistem logika fuzzy stabil sehingga pembacaan pada oskiloskop stabil sesuai output pada sistem fuzzy bisa dilihat pada gambar 10, namun terkadang pada kecepatan putaran motor DC mempunyai kisaran kecepatan yang berbeda beda tapi tetap dalam rentang tertentu sesuai output pada sistem fuzzy yang dibuat. Oleh karena itu untuk kecepatan pada motor DC sendiri dibuat data dengan rentang tertentu, sedangkan untuk bentuk gelombang hasil dari sistem fuzzy stabil sesuai gambar 10 diatas.

Seperti pada Tabel 4.6 menunjukkan untuk ouput lambat menghasilkan kecepatan putaran kisaran 594 – 616 RPM sedangkan untuk output sedang dan cepat sendiri masing – masing menghasilkan kisaran antara 638 -660 RPM dan 880 – 946 RPM dan untuk lengkapnya bisa dilihat pada tabel 6.

Tabel 6 Hasil Pengukuran pada System Fuzzy Logic 9 rules

INPUT		Rules	Output				
sensor A	sensor B	Rule	Nilai	KEC	RPM	HZ	Volt
Sedikit	sedikit	sedikit, sedikit	100	lambat	594-616	490.2Hz	2.32 V
Sedang	sedikit	sedang, sedikit	128	sedang	638-660	490.2Hz	2.80 V
Banyak	sedikit	banyak, sedikit	255	cepat	880-946	490.2Hz	5 V
Sedikit	sedang	sedikit, sedang	100	lambat	0	0	0
Sedang	sedang	sedang, sedang	100	lambat	594-616	490.2Hz	2.32 V
Banyak	sedang	banyak, sedang	128	sedang	638-660	490.2Hz	2.80 V
Sedikit	banyak	sedikit, banyak	100	lambat	0	0	0
Sedang	banyak	sedang, banyak	100	lambat	0	0	0
Banyak	banyak	banyak, banyak	100	lambat	0	0	0

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, proses pembuatan dan pembahasan mengenai “Studi Penerapan Fuzzy Logic Pada Pengaturan Kecepatan Motor DC’ Menggunakan Arduino Uno” maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut: Pengimplementasian kendali logika fuzzy pada sistem kendali ini menghasilkan perubahan sesuai sensor input dan output yang sudah dibuat, Perhitungan fuzzy menghasilkan Kecepatan Putaran pada Motor DC sesuai input sensor, Bentuk Gelombang sinyal pada Oskiloskop Stabil sesuai output yang dikeluarkan oleh output Fuzzy Logic, Putaran motor DC pada rentang putaran tertentu berdasarkan output dari fuzzy logic yaitu menghasilkan Kecepatan lambat (594-616 RPM), sedang (638-660 RPM), dan cepat (880-946 RPM), Frekuensi pada output PWM Fuzzy Logic tidak berubah kecuali saat output 0 atau diperintah untuk tidak mengeluarkan output, Tegangan yang di keluarkan pada sistem Fuzzy menunjukkan besaran tegangan sesuai dari output fuzzy logic.

Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas dapat diberikan saran yang berkenaan dengan pengembangan dan penyempurnaan peralatan yang telah dirancang supaya mendapatkan hasil yang maksimal dengan keakuratan yang semakin baik, yaitu : Dengan keterbatasan waktu dan kemampuan membuat alat dan program menu tampilan pada LCD penulis menyarankan bagi yang berminat mengembangkan dapat menambahkan LCD yang lebih besar agar dapat lebih banyak menampilkan data pada LCD untuk membuat tampilan menu yang lebih baik yaitu menampilkan daftar aturan fuzzy yang lebih lengkap sekaligus dalam satu layer LCD, Akan lebih baik apabila setiap kali percobaan dapat menampilkan hasil perubahan variable fuzzy yakni membership function dan aturan – aturan fuzzy dilayar LCD.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriansyah Andi, Hidyatama Oka, 2013. Rancang Bangun prototype Elevator Menggunakan microcontroller Arduino Atmega 328P, Jakarta. Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana
- A. Sofwan. 2005. *Penerapan fuzzy logic pada sistem pengaturan jumlah air berdasarkan suhu dan kelembaban*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi.
- Caesarendra wahyu, Ariyanto Mochammad. 2011 Panduan Belajar Mandiri MATLAB, Jakarta, Elexmedia Komputindo
- DataSheet www.rajguruelectronics.com/Lm393 Motor Speed Measuring Sensor Module For Arduino, diakses 10 januari 2019
- DataSheet <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3> Arduino uno rev3, diakses 25 januari 2019
- Hadinata H Muhammad Fadly, Adler John. 2017, Analisis Penggunaan logika Fuzzy Untuk Menentukan Banyak Tingkat Lahan Parkir Di Dalam Gedung, Bandung, Program Studi Sistem Komputer, Jurusan Teknik Komputer, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia.
- Hidayati Qory, Eko Prasetyo Mikail. 2016, Pengaturan Kecepatan motor DC Dengan Menggunakan Mikrokontroler berbasis Fuzzy-PID, Balikpapan, Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Balikpapan.
- Kusumadewi, S, 2002, *Analisis dan Desain Sistem Fuzzy menggunakan Tool Box Matlab*, Edisi Pertama, Penerbit Graha Ilmu, Jakarta. 2002
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. 2010. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2004
- Mahmudin Dadin, Dharma Andri Setya, Susanto Erwin, dan Wahyu Yuyu, 2014, Perancangan dan Implementasi Pengontrol Arah Pancaran Radar Pengawas Pantai Terhadap Sudut Tertentu. Bandung. Departemen Elektro dan Komunikasi, Universitas Telkom.
- Makasenggehe, Nolvensius Ch. 2012. Perancangan Power Supplay Digital Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Keypad Sebagai Pemilih Tegangan, Manado. Fakultas Teknik UNSRAT,
- Nisa Saputri Zaratul. 2014 Aplikasi Pengenalan Suara Sebagai Pengendali Peralatan Listrik Berbasis Arduino UNO, Malang. Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
- Rohmanu Ajar, Widiyanto David. 2018. Sistem Sensor Jarak Aman Pada Mobil Berbasis Mikrokontroler Arduino Atmega328, Cikarang. Program Studi Teknik Informatika, STMIK Cikarang.
- Santoso Heri, 2015. Ebook Gratis Panduan Praktis Arduino untuk Pemula. *Trenggalek*, www.elangsakti.com
- Yusuf, Dede M. 2016 Alat Pendeteksi Kadar Keasaman Sari Buah, Soft Drink, dan Susu Cair menggunakan Sensor PH Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Atmega328, Palembang. Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang .