

Online : ejournal.stmikbinapatria.ac.id/index.php/DS/issue/ ISSN : 1978-5569

TRAINER FUZZY SEBAGAI SARANA PRAKTIKUM MAHASISWA

M Lutfi MA¹⁾, Adi Kristanto²⁾

^{1, 2)} *Program Studi Teknik Informatika STMIK BINA PATRIA Magelang*
Email : hmlutfima@gmail.com¹⁾, adi.krist014@gmail.com²⁾

Abstract

Fuzzy Logic Lecture material is taught with the aim that students understand the basic concepts of Fuzzy Logic. The results of the questionnaire on 10 student respondents showed that respondents had difficulty understanding the concept of Mamdani Fuzzy Logic (90%), fuzzyfication theory (40%), inference theory (40%) and defuzzyfication theory (60%), this was due to the absence of tools. Therefore, the purpose of this research is to make a Fuzzy Trainer as a means of student practicum. The research method uses Research and Development Methods with the ADDIE development model through five stages of development, namely; (1) Analysis, (2) Design, (3) Development, (4) Implementation and (5) Evaluation. The result of the research is a Fuzzy Trainer which has 3 modules that have been tested. The first module aims to control LED brightness using 2 potentiometers. The second module aims to control the speed of the DC motor using 2 potentiometers. The third module aims to control the speed of the DC motor using the DHT11 sensor. The test results show that all scenarios were successfully tested in all modules. This indicates that the Fuzzy Trainer is functioning properly. Based on filling out questionnaires by respondents which contained a manual book and then practiced by respondents, it was concluded that this practicum tool is easy to assemble, easy to use and makes it easier for students to understand Fuzzy Logic theory with the majority of respondents strongly agreeing (SS) amounting to 86.2% and agree (S) by 13.8 %.

Keywords: *Trainer, Fuzzy Inference System, ADDIE, Practicum*

Abstrak

Materi Kuliah Logika Fuzzy diajarkan dengan tujuan agar mahasiswa memahami konsep dasar Logika Fuzzy. Hasil kuisioner terhadap 10 responden mahasiswa menunjukkan bahwa responden mengalami kesulitan memahami konsep Logika Fuzzy Mamdani (90%), teori *fuzzyfication* (40%), teori *inference* (40%) dan teori *defuzzyfication* (60%), hal ini disebabkan karena tidak adanya alat bantu praktikum. Oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah membuat *Trainer Fuzzy* sebagai sarana praktikum mahasiswa. Metode penelitian menggunakan Metode Penelitian dan Pengembangan dengan Model pengembangan ADDIE melalui lima tahapan pengembangan yaitu; (1) Analisis, (2) Desain, (3) Pengembangan, (4) Implementasi dan (5) Evaluasi. Hasil penelitian berupa Trainer Fuzzy yang memiliki 3 modul yang telah diuji coba. Modul pertama bertujuan mengendalikan kecerahan LED menggunakan 2 potentiometer. Modul kedua bertujuan mengendalikan kecepatan motor DC menggunakan 2 potentiometer. Modul ketiga bertujuan mengendalikan kecepatan motor DC menggunakan sensor DHT11. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua skenario berhasil diujikan di semua modul. Hal ini menunjukkan bahwa Trainer Fuzzy berfungsi dengan baik. Berdasarkan pengisian kuisioner oleh responden yang berisi panduan pemakaian (manual book) kemudian dipraktekkan oleh responden disimpulkan bahwa alat bantu praktikum ini mudah di rangkai, mudah digunakan dan mempermudah mahasiswa dalam memahami teori Logika Fuzzy dengan mayoritas responden sangat setuju (SS) berjumlah 86,2% dan setuju (S) sebesar 13.8 %.

Kata kunci : *Trainer, Fuzzy Inference System, ADDIE, Praktikum*

1. Pendahuluan

Perkembangan teori logika fuzzy telah banyak diterapkan dalam wujud prinsip kerja pengendali atau *controller* dalam berbagai bidang teknologi untuk menunjang pekerjaan

manusia. Mikrokontroler dapat diprogram dengan aturan Logika *Fuzzy* untuk mengolah data yang mendekati intuisi manusia. Rancangan sederhana yang mensimulasikan sistem kontrol di dunia nyata, misalnya pada sistem control AC (*Air Conditioner*). Data yang diolah ini berasal dari sensor suhu dan kelembapan sedangkan *output* data menggunakan kecepatan putaran motor DC.

STMIK Bina Patria mengajarkan materi Logika *Fuzzy* pada Program Studi Teknik Informatika dengan tujuan agar Mahasiswa memahami konsep dasar Logika *Fuzzy* yang meliputi Konsep *Teory Fuzzy Mamdani*, *fuzzyfication*, *inference* dan *defuzzyfication*. Hasil kuisioner terhadap 10 responden (mahasiswa STMIK Bina Patria yang mengikuti Mata Kuliah Logika *Fuzzy* dan Jaringan Saraf pada Tahun Akademik 2019/2020) menunjukkan bahwa 90% responden mengalami kesulitan memahami konsep Logika *Fuzzy Mamdani*, 40% responden tidak memahami teori *fuzzyfication*, 40% responden tidak memahami teori *inference* dan 60% responden tidak memahami teori *defuzzyfication*. Berdasarkan dokumen-dokumen materi pembelajaran Mata Kuliah Logika *Fuzzy* dan Jaringan Saraf dapat diketahui bahwa Mata Kuliah Logika *Fuzzy* dan Jaringan Saraf menggunakan Logika *Fuzzy Model Mamdani* dan Model Sugeno. Belum ada alat praktek yang sesuai dengan materi kuliah. Responden yang mengikuti Mata Kuliah Logika *Fuzzy* telah mengikuti mata kuliah sistem robotika, elektronika digital, mikroprosesor sehingga memiliki kemampuan merangkai komponen elektronika.

Dari permasalahan mahasiswa diatas penulis melakukan penelitian dengan membuat sebuah alat praktikum “*Trainer Fuzzy menggunakan mikrokontroler Atmega328P*” yang menggambarkan sistem kontrol berbasis Logika *Fuzzy*. *Trainer Fuzzy ini* diharapkan membantu mahasiswa yang mengalami kesulitan dalam memahami teori Logika *Fuzzy* pada Mata Kuliah Logika *Fuzzy* dan Jaringan Saraf serta *Artificial Intelligence (AI)*.

2. Kajian Literatur

2.1. Landasan Teori

Media pembelajaran merupakan segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan yang dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan minat serta kemauan peserta didik sehingga proses belajar dapat mencapai tujuan pembelajaran (Sukiman, 2021). Ada 6 jenis media pembelajaran yaitu *text*, *audio*, *visual*, *video*, manipulatif dan manusia (Smaldino, 2006). Media pembelajaran berbentuk objek merupakan benda model yang mirip sekali dengan benda yang sesungguhnya (Anderson, 1994).

Logika *Fuzzy* memiliki 3 tahapan yaitu *fuzzyfication*, *inference* dan *defuzzyfication* (Suyanto, 2011). Tahap *inference* memiliki banyak model, salah satunya Model Mamdani. Penggunaan *inference Model Mamdani* dapat menggunakan jenis *clipping* (Suyanto, 2008). Tahap *defuzzyfication* dapat menggunakan *centroid method* (Rusli, 2017). Mikrokontroler seri *ATMega328P* merupakan salah satu produk keluarga *AVR* yang memiliki fitur *On-Chip System Debug*, *Mode Sleep*, 6 saluran *ADC* yang mendukung reduksi derau, ragam penghemat daya (*Power-save Mode*, *Power Down*) dan ragam siaga (*Standby Mode*) (Istiyanto, 2014). Kode program dalam mikrokontroler ini ditulis menggunakan aplikasi *IDE Arduino*. *IDE Arduino* merupakan aplikasi yang mencakup *editor*, *compiler* dan *uploader* (Istiyanto, 2014).

2.2. Penelitian yang Relevan

Penelitian yang dilakukan oleh Mustika pada tahun 2018 dengan judul *Pengembangan Trainer Teknik Digital Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Kuliah Praktik Teknik Digital Berbasis Aplikasi Industri*. Tujuan penelitian ini untuk mengembangkan dan mengetahui unjuk kerja dan mengetahui tingkat kelayakan *trainer* teknik digital sebagai media pembelajaran mata kuliah praktik teknik digital jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika FT UNY. (Mustika, 2018).

Penelitian yang dilakukan oleh Setyawan pada tahun 2018 dengan judul *Trainer Model Smart Door Lock Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Kuliah Perancangan Sistem Elektronika*. Tujuan penelitian ini adalah membuat, mengetahui unjuk kerja *trainer model smart door lock*, mengetahui tingkat kelayakan *trainer model smart door lock* dan menambah media pembelajaran pada mata kuliah perancangan sistem elektronika prodi Pendidikan (Setyawan, 2017).

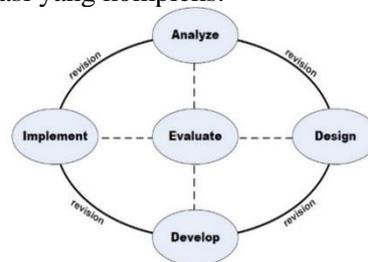
Penelitian yang dilakukan oleh Fitriadi pada tahun 2020 dengan judul penelitian *Sistem Otomasi Penyiraman Tanaman Bayam Menggunakan Fuzzy Logic Control. Fuzzy Logic Control*. Tujuan penelitian ini untuk mengatur penyiraman, pemupukan dan pengendalian hama. (Fitriadi, 2020).

Penelitian dilakukan oleh Anggraeni pada tahun 2019 berjudul *Pengembangan Modul Pembelajaran Fuzzy Pada Mata Kuliah Sistem Cerdas untuk Mahasiswa SI Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Malang*. Tujuan penelitian ini ialah menghasilkan modul pembelajaran *Fuzzy* dan menguji kelayakan modul tersebut untuk dimanfaatkan di Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang (Anggraeni, 2019).

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian diatas adalah metode yang digunakan yaitu metode ADDIE dengan software matlab.

3. Metode Penelitian

Jenis Penelitian menggunakan Metode Penelitian dan Pengembangan (*research and development*), Metode Penelitian dan Pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut (Istiyanto J. E.,2014). Sedangkan Model pengembangan menggunakan ADDIE melalui lima tahapan pengembangan yaitu; (1) Analisis, (2) Desain, (3) Pengembangan, (4) Implementasi dan (5) Evaluasi. Model pengembangan ADDIE merupakan model yang efektif dalam pengembangan produk karena menggambarkan kerangka respon atau tanggapan dari berbagai situasi yang kompleks.



Gambar 1. Model Pengembangan ADDIE menurut Dick and Carry (1996) dalam Sugiyono (2015)

Berikut uraian pelaksanaan penelitian menggunakan Model Pengembangan ADDIE

3.1. Analisis

Dalam model pengembangan ADDIE tahap pertama adalah menganalisis perlunya pengembangan produk baru dan menganalisis kelayakan serta syarat-syarat pengembangan produk. Pengembangan suatu produk dapat diawali oleh adanya masalah dalam produk yang sudah ada/diterapkan. Masalah dapat muncul dan terjadi karena produk yang ada sekarang atau tersedia sudah tidak relevan dengan kebutuhan sasaran, lingkungan belajar, teknologi, karakteristik peserta didik dan sebagainya.

Pada tahapan analisis ini dilakukan analisis masalah menggunakan SWOT (*Strenght, Weaknes, Opportunity dan Threat*), Analisis Kebutuhan dan Analisis Kelayakan terhadap model, metode, media, bahan ajar. Hasil evaluasi analisis digunakan sebagai pedoman untuk merancang alat praktikum yang sesuai dengan kebutuhan.

Berdasarkan hasil kuisioner dapat diketahui 4 permasalahan dalam Mata Kuliah Logika *Fuzzy* dan Jaringan Saraf. Permasalahan pertama, 90% responden mengalami

kesulitan memahami konsep Logika *Fuzzy* Mamdani. Permasalahan kedua, 40% responden tidak memahami teori *fuzzyfication*. Permasalahan ketiga, 40% responden tidak memahami teori *inference*. Permasalahan keempat, 60% responden tidak memahami teori *defuzzyfication*. Trainer Fuzzy sebagai alat praktikum diharapkan dapat meningkatkan pemahaman tentang logika fuzzy yang diharapkan nilai prestasi belajar mahasiswa pada Mata Kuliah Logika *Fuzzy* menjadi lebih baik.

Tabel 1. Hasil Kuisioner Mahasiswa

MATERI	Memahami		Tidak Memahami	
	Jumlah	Prosentase	Jumlah	Prosentase
Konsep Logika <i>Fuzzy</i> Mamdani	1	10 %	9	90%
Teori <i>inference</i>	6	60%	4	40%
Teori <i>fuzzyfication</i>	6	60%	4	40%
Teori <i>defuzzyfication</i>	4	40%	6	60%

Tahapan analisis kebutuhan fungsional menghasilkan 3 modul untuk alat praktikum ini yaitu Trainer Fuzzy Model 1 (terdiri atas 1 sensor DHT11 sebagai input, 1 motor driver dan 1 motor DC sebagai output). Trainer Fuzzy Model 2 (terdiri atas 2 potentiometer sebagai input dan 1 LED sebagai output). Trainer Fuzzy Model 3 (terdiri atas 2 potentiometer sebagai input, 1 motor driver dan 1 motor DC sebagai output). Sedangkan analisis kebutuhan non fungsional merekomendasikan sebuah *personal computer* yang digunakan untuk menampilkan hasil perhitungan *defuzzyfication* berdasarkan *input* dari sensor DHT11 menggunakan *Fuzzy* Mamdani.

Pengembangan alat praktikum dapat dilakukan dengan merakit alat-alat yang ada di Laboratorium *Microprocessor* dan Robotika seperti mikro-kontroler, sensor-sensor dan *arm robot* menggunakan Logika *Fuzzy*.

3.2. Desain

Tahapan desain merupakan proses sistematis yang dimulai dari merancang konsep dan konten di dalam produk tersebut yang akan mendasari proses pengembangan di tahapan berikutnya. Pada penelitian ini tahapan desain dilakukan dengan merancang instrument yang terdiri atas instrumen software dan hardware. Software yang digunakan yaitu Fritzing versi 0.9.3, Matlab 2020b dan IDE Arduino. Hardware merupakan komponen-komponen elektronik yang terdiri atas sensor DHT11, potentiometer B50kΩ, Arduino UNO Rev3 SMD, motor driver, Light Emitting Diode (LED) dan motor DC. Instrumen software digunakan untuk merancang hardware (menggunakan Fritzing versi 0.9.3) dan merancang aturan Logika Fuzzy Mamdani (menggunakan Matlab 2020b) serta membuat kode program (menggunakan Arduino IDE).

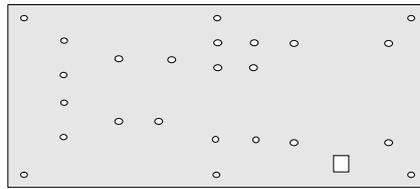
Instrumen Hardware yang telah disebutkan dalam paragraf 1 digunakan untuk merancang Trainer Fuzzy Mamdani. Ada 3 kategori yaitu hardware input yang terdiri atas sensor DHT11 dan potentiometer B50kΩ, hardware proses yang terdiri atas Arduino UNO Rev3 SMD dan motor driver serta hardware output yang terdiri atas LED dan motor DC.

3.3. Pengembangan

Tahapan pengembangan berisi kegiatan realisasi rancangan produk yang sebelumnya telah dibuat. Pada penelitian ini tahap pengembangan dilakukan dengan mengembangkan Desain produk Trainer Fuzzy terdiri atas desain papan utama, desain Trainer Fuzzy Modul 1, Modul 2 dan Modul 3. Berikut ini desain produk Trainer Fuzzy Modul 3.

3.3.1. Pengembangan Desain Papan Utama

Papan utama terbuat dari bahan akrilik. Pada papan ini dibuat lubang-lubang agar letak komponen *Trainer Fuzzy* pada semua modul dapat dirakit. Berikut ini desainnya.



Gambar 2. Desain Papan Utama Tampak Dari Atas

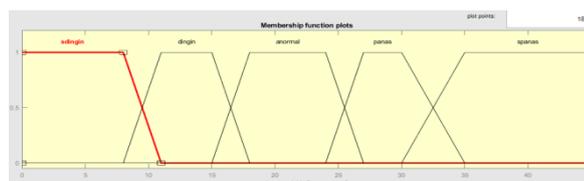
3.3.2 Pengembangan Desain Trainer Fuzzy Modul 3

3.3.2.1 Pengembangan Desain Kontrol Logika Fuzzy Model Mamdani

a. Fungsi Keanggotaan Input

Fungsi keanggotaan *input* menggunakan 2 masukan yaitu *temperature* (suhu) dan *humidity* (kelembapan). Masukan berupa *temperature* terdiri atas 5 variabel linguistik yaitu sangat-dingin, dingin, normal, panas dan sangat panas. Masing-masing variabel linguistik dibuat menggunakan 3 fungsi keanggotaan berbentuk trapesium dan 2 fungsi keanggotaan berbentuk kurva bahu. Setiap fungsi keanggotaan memiliki rentang nilai dalam *celcius*.

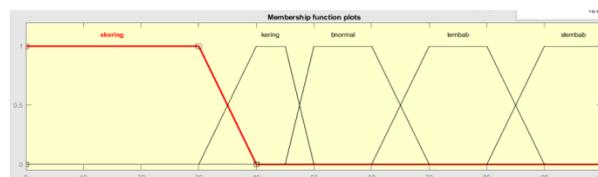
Semua nilai antara 25 sampai 32 adalah sangat-dingin. Semua nilai antara 30 sampai 37 adalah dingin. Semua nilai antara 35 sampai 42 adalah normal. Semua nilai antara 40 sampai 47 adalah panas. Semua nilai antara 45 sampai 50 adalah sangat-panas. Berikut ini gambarnya yang dibuat menggunakan *Matlab 2020b*.



Gambar 3. Fungsi keanggotaan input temperature

Variabel linguistik sangat dingin menggunakan kurva bahu trapesium dengan parameter [0 0 8 11]. Variabel linguistik dingin menggunakan kurva trapesium dengan parameter [8 11 15 18]. Variabel linguistik normal menggunakan kurva trapesium dengan parameter [15 18 24 27]. Variabel linguistik panas menggunakan kurva trapesium dengan parameter [24 27 30 35]. Variabel linguistik sangat panas menggunakan kurva bahu trapesium dengan parameter [30 35 45 45]. Parameter input suhu diatas diambil dari kebiasaan umum manusia, parameter hanya sebagai contoh saja dan bisa diubah sesuai dengan situasi dan kondisi.

Masukan berupa *humidity* terdiri atas 5 variabel linguistik yaitu sangat-kering, kering, normal, lembab dan sangat-lembab. Masing-masing variabel linguistik dibuat menggunakan 3 fungsi keanggotaan berbentuk trapesium dan 2 fungsi keanggotaan berbentuk kurva bahu. Setiap fungsi keanggotaan memiliki rentang nilai dalam persen (%). Semua nilai antara 0 sampai 40 adalah sangat-kering. Semua nilai antara 30 sampai 50 adalah kering. Semua nilai antara 45 sampai 70 adalah normal. Semua nilai antara 60 sampai 90 adalah lembab. Semua nilai antara 80 sampai 100 adalah sangat-lembab. Berikut ini gambarnya.

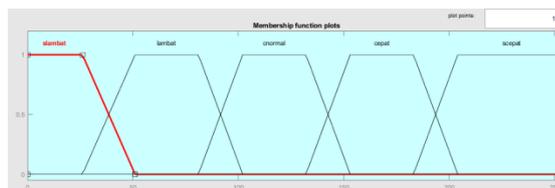


Gambar 4. Fungsi keanggotaan input humidity

Variabel linguistik sangat kering menggunakan kurva bahu berbentuk trapesium dengan parameter [0 0 30 40]. Variabel linguistik kering menggunakan kurva berbentuk trapesium dengan parameter [30 40 45 50]. Variabel linguistik normal menggunakan kurva berbentuk trapesium dengan parameter [45 50 60 70]. Variabel linguistik lembab menggunakan kurva berbentuk trapesium dengan parameter [60 70 80 90]. Variabel linguistik sangat lembab menggunakan kurva bahu berbentuk trapesium dengan parameter [80 90 100 100]. Parameter input kelembaban diatas diambil dari kebiasaan umum manusia, parameter hanya sebagai contoh saja dan bisa diubah sesuai dengan situasi dan kondisi.

b. Fungsi Keanggotaan Output

Fungsi keanggotaan *output* berupa nilai *PWM*. Fungsi keanggotaan *Output* terdiri atas 5 variabel linguistik yaitu sangat-lambat, lambat, normal, cepat dan sangat-cepat. Semua nilai antara 0 sampai 51 adalah sangat-lambat. Semua nilai antara 26 sampai 102 adalah lambat. Semua nilai antara 81 sampai 153 adalah normal. Semua nilai antara 132 sampai 204 adalah cepat. Semua nilai antara 183 sampai 250 adalah sangat-cepat. Berikut ini gambarnya yang dibuat menggunakan *Matlab 2020b*.



Gambar 5. Fungsi keanggotaan output PWM

Variabel linguistik sangat lambat menggunakan kurva bahu trapesium dengan parameter [0 0 26 51]. Variabel linguistik lambat menggunakan kurva trapesium dengan parameter [26 51 81 102]. Variabel linguistik normal menggunakan kurva trapesium dengan parameter [81 102 132 153]. Variabel linguistik cepat menggunakan kurva trapesium dengan parameter [132 153 183 204]. Variabel linguistik sangat cepat menggunakan kurva bahu trapesium dengan parameter [183 204 255 255].

c. Inference

Berdasarkan variabel linguistik dan fungsi keanggotaan pada *temperature*, *humidity* dan *PWM* dapat disusun aturan dasar sebagai berikut.

Tabel 2. Aturan Fuzzy

<i>H</i> \ <i>T</i>	sdingin	dingin	anormal	panas	spanas
skering	slambat	lambat	lambat	cepat	scepat
kering	slambat	lambat	lambat	cepat	scepat
bnormal	slambat	normal	cnormal	cepat	scepat
lembab	slambat	lambat	lambat	cepat	scepat
slembab	slambat	slambat	slambat	cepat	scepat

Berdasarkan aturan dasar pada tabel di atas, dapat dibuat aturan menggunakan kaidah *if...and...then*. Berikut ini tabel hasilnya.

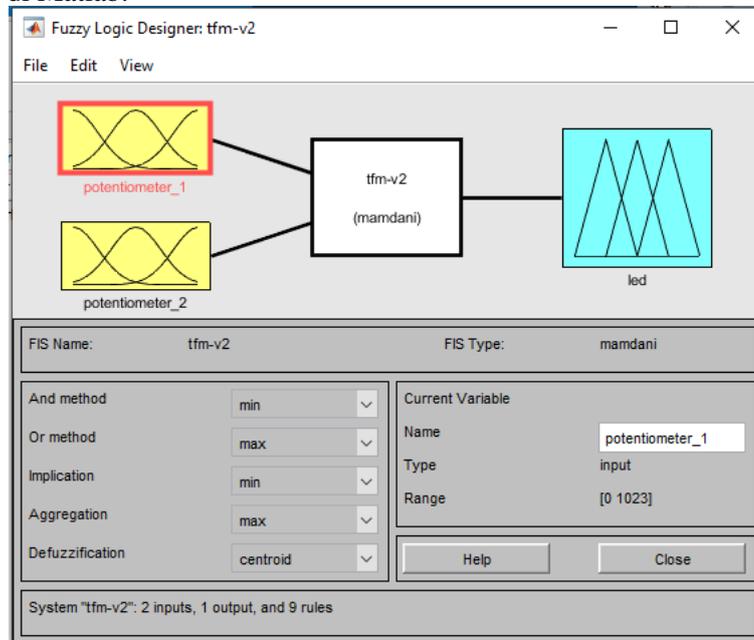
Tabel 3. Aturan Fuzzy Dengan Kaidah *if...and...than*

No	Aturan Fuzzy
1.	If (potentiometer_1 is rendah) and (potentiometer_2 is rendah) then (led is redup)
2.	If (potentiometer_1 is rendah) and (potentiometer_2 is normal) then (led is redup)
3.	If (potentiometer_1 is rendah) and (potentiometer_2 is tinggi) then (led is setengah)

4.	If (potentiometer_1 is normal) and (potentiometer_2 is rendah) then (led is redup)
5.	If (potentiometer_1 is normal) and (potentiometer_2 is normal) then (led is setengah)
6.	If (potentiometer_1 is normal) and (potentiometer_2 is tinggi) then (led is terang)
7.	If (potentiometer_1 is tinggi) and (potentiometer_2 is rendah) then (led is setengah)
8.	If (potentiometer_1 is tinggi) and (potentiometer_2 is normal) then (led is terang)
9.	If (potentiometer_1 is tinggi) and (potentiometer_2 is tinggi) then (led is terang)

d. *Defuzzification*

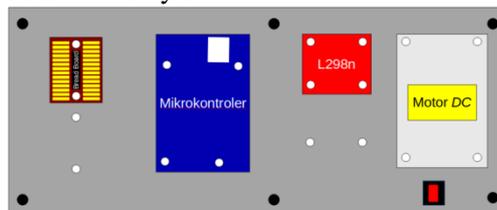
Tahap ini merupakan tahap akhir dalam perancangan kontrol *fuzzy*. Metode yang digunakan adalah *centroid method*. Hasil defuzzifikasi ini berupa nilai PWM yang dapat mengendalikan tingkat kecerahan LED. Berikut ini gambar pengaturannya di Matlab.



Gambar 6. Pengaturan defuzzification menggunakan centroid method

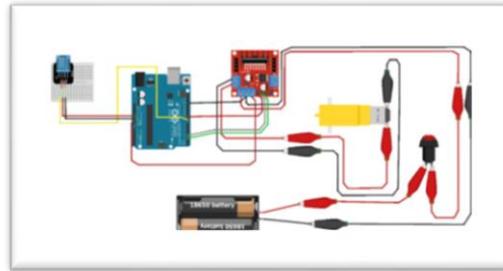
3.3.2.2 Pengembangan Desain Perangkat Keras

Desain perangkat keras terdiri atas papan utama, 1 *mini breadboard*, mikrokontroler, *battery holder*, L298N, *backplate* motor DC, Motor DC dan *square pushbutton*. Berikut ini desain awalnya.



Gambar 7. Desain Awal Trainer Fuzzy Modul 3

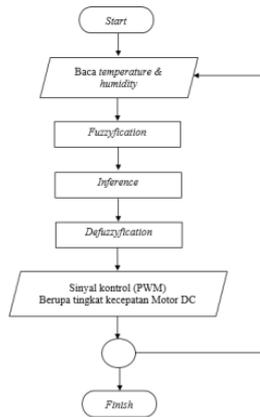
Berdasarkan desain awal di atas kemudian dilanjutkan desain menggunakan *Software Fritzing* versi 0.9.3. Berikut ini hasilnya.



Gambar 8. Desain Awal Trainer Fuzzy Modul 3

3.3.3. Desain Kode Program

Diagram alir digunakan untuk merancang kode program. Berikut ini diagram alir perangkat lunak untuk mengatur kecepatan putaran motor DC.



Gambar 9. Diagram Alir Trainer Fuzzy Modul 3

3.4. Implementasi

Penerapan produk dalam model penelitian pengembangan ADDIE dimaksudkan untuk memperoleh umpan balik terhadap produk yang dibuat/dikembangkan. Umpan balik awal (awal evaluasi) dapat diperoleh dengan menanyakan hal-hal yang berkaitan dengan tujuan pengembangan produk. Penerapan dilakukan mengacu kepada rancangan produk yang telah dibuat.

Berikut ini tabel pertanyaan skenario pengujian pada *Trainer Fuzzy Modul 1*, *Trainer Fuzzy Modul 2* dan *Trainer Fuzzy Modul 3*.

Tabel 4. Pengujian Trainer Fuzzy Modul 1

No	Pengujian	Skenario
1.	Perangkat keras	Pengguna dapat merakit komponen perangkat keras sesuai petunjuk di <i>manual book</i>
		Komponen <i>input</i> (2 buah <i>potentiometer</i>) berfungsi dengan baik
		Komponen proses (Arduino UNO) dapat menerima <i>input</i> , mengolah hasil <i>input</i> menggunakan aturan Logika Fuzzy Mamdani dan menghasilkan <i>defuzzyfication</i>
		Komponen <i>output</i> (<i>resistor</i> dan LED) dapat berubah kecerahannya sesuai dengan <i>input</i> dari 2 buah <i>potentiometer</i>
		<i>Battery</i> dapat menyuplai daya ke Arduino Uno
2	Perangkat lunak	Pengguna dapat melakukan <i>upload</i> kode program ke <i>Trainer Fuzzy Modul 1</i>
		Kode program dapat berfungsi (menerima <i>input</i> dan

		mengolah <i>input</i> menggunakan Logika <i>Fuzzy</i> Mamdani)
		Pengguna dapat memodifikasi kode program <i>Trainer Fuzzy</i> Modul 1
		Pengguna dapat menampilkan nilai <i>input</i> dan <i>defuzzification</i> menggunakan <i>serial monitor</i> pada <i>Arduino IDE</i>

Tabel 5. *Pengujian Trainer Fuzzy Modul 2*

No	Pengujian	Skenario
1.	Perangkat keras	Pengguna dapat merakit komponen perangkat keras sesuai petunjuk di <i>manual book</i>
		Komponen <i>input</i> (2 buah <i>potentiometer</i>) berfungsi dengan baik
		Komponen proses (Arduino UNO) dapat menerima <i>input</i> , mengolah hasil <i>input</i> menggunakan aturan Logika <i>Fuzzy</i> Mamdani dan menghasilkan <i>defuzzification</i>
		Komponen <i>output</i> (motor <i>DC</i>) dapat berubah kecerahannya sesuai dengan <i>input</i> dari 2 buah <i>potentiometer</i>
		<i>Battery</i> dapat menyuplai daya ke Arduino Uno dan L298n
2.	Perangkat lunak	Pengguna dapat melakukan <i>upload</i> kode program ke <i>Trainer Fuzzy</i> Modul 2
		Kode program dapat berfungsi (menerima <i>input</i> dan mengolah <i>input</i> menggunakan Logika <i>Fuzzy</i> Mamdani)
		Pengguna dapat memodifikasi kode program <i>Trainer Fuzzy</i> Modul 2
		Pengguna dapat menampilkan nilai <i>input</i> dan <i>defuzzification</i> menggunakan <i>serial monitor</i> pada <i>Arduino IDE</i>

Tabel 6. *Pengujian Trainer Fuzzy Modul 3*

No	Pengujian	Skenario
1.	Perangkat keras	Komponen perangkat keras dapat dirakit sesuai petunjuk dalam <i>manual book</i>
		Komponen <i>input</i> (sensor DHT11) berfungsi dengan baik
		Komponen proses (Arduino UNO) dapat menerima <i>input</i> , mengolah hasil <i>input</i> menggunakan aturan Logika <i>Fuzzy</i> Mamdani dan menghasilkan <i>defuzzification</i>
		Komponen <i>output</i> (motor <i>DC</i>) dapat berubah kecerahannya sesuai dengan <i>input</i> dari sensor DHT11
		<i>Battery</i> dapat menyuplai daya ke Arduino Uno dan L298n
2.	Perangkat lunak	Kode program dapat <i>diupload</i> ke <i>Trainer Fuzzy</i> Modul 3
		Kode program dapat berfungsi (menerima <i>input</i> dan

		mengolah <i>input</i> menggunakan Logika <i>Fuzzy</i> Mamdani) sesuai rancangan awal
		Kode program <i>Trainer Fuzzy</i> Modul 3 dapat dimodifikasi
		Nilai <i>input</i> dan <i>defuzzification</i> dapat ditampilkan menggunakan <i>serial monitor</i> pada <i>Arduino IDE</i>

3.5. Evaluasi

Tahap evaluasi pada penelitian pengembangan model ADDIE dilakukan untuk memberi umpan balik kepada pengguna produk, sehingga revisi dibuat sesuai dengan hasil evaluasi atau kebutuhan yang belum dapat dipenuhi oleh produk tersebut. Tujuan akhir evaluasi yakni mengukur ketercapaian tujuan pengembangan.

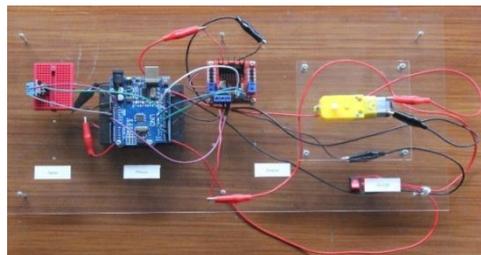
Evaluasi sistem dilakukan oleh sepuluh responden. Skenario evaluasi dilakukan dengan meminta responden memilih modul *Trainer Fuzzy* yang akan dirangkai, kemudian responden merangkai modul yang dipilih dengan petunjuk dari *manual book*, setelah itu responden diminta mengisi lembar evaluasi. Lembar evaluasi berisi penilaian responden terhadap *Trainer Fuzzy* Mamdani. Berikut ini tabel hasil jawaban pilihan responden.

Tabel 7. Jawaban Penilaian oleh Responden

No	Tanggapan	Skor
1.	Sangat Setuju (SS)	4
2.	Setuju (S)	3
3.	Tidak Setuju (TS)	2
4.	Sangat Tidak Setuju (STS)	1

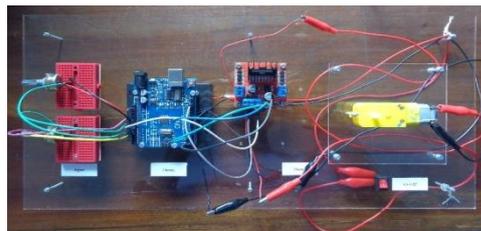
4. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian berupa perangkat keras *Trainer Fuzzy* Modul 1 membutuhkan komponen 2 buah *potentiometer*, 3 buah *mini breadboard*, *Arduino UNO*, *LED*, *resistor*, *square pushbutton* dan kabel. Berikut ini gambar *Trainer Fuzzy* Modul 1 yang telah selesai dirakit.



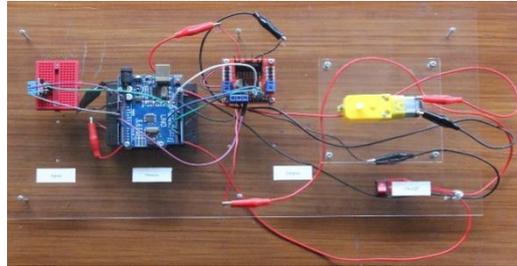
Gambar 10. *Trainer Fuzzy* Modul 1

Perangkat keras *Trainer Fuzzy* Modul 2 yang membutuhkan 2 buah *potentiometer*, 2 buah *mini breadboard*, *Arduino UNO*, *L298n*, *Motor DC*, *square pushbutton* dan kabel. Berikut ini gambar *Trainer Fuzzy* yang telah selesai dirakit.



Gambar 11. *Trainer Fuzzy* Modul 2

Perangkat keras Trainer Fuzzy Modul 2 membutuhkan komponen 2 buah potentiometer, 2 buah mini breadboard, Arduino UNO, L298n, Motor DC, square pushbutton dan kabel. Berikut ini gambar Trainer Fuzzy yang telah selesai dirakit.



Gambar 12. *Trainer Fuzzy Modul 3*

Proses validasi desain menghasilkan rekomendasi bahwa desain papan utama ditambahkan keterangan *input*, proses dan *output*. Rekomendasi lain adalah Desain *Trainer Fuzzy* ditambahkan catu daya sendiri sehingga dapat beroperasi secara *stand alone*.

Hasil pengujian dengan materi pengujian yang terlihat pada Tabel. 2, Tabel. 3 dan Tabel. 4 menunjukkan bahwa semua skenario berhasil diujikan di semua modul. Hal ini menunjukkan bahwa *Trainer Fuzzy* ini berfungsi dengan baik.



Gambar 13. *Pelaksanaan pengujian oleh responden*

Evaluasi sistem dilakukan oleh responden. Skenarionya adalah responden diminta memilih modul *Trainer Fuzzy* yang akan dirangkai, kemudian responden merangkai modul yang dipilih dengan petunjuk dari *manual book*, setelah itu responden diminta mengisi lembar evaluasi yang tersaji di Tabel. 6.

Berdasarkan pengisian lembar pertanyaan oleh 10 responden yang berisi panduan pemakaian (*manual book*) kemudian dipraktekkan oleh responden disimpulkan bahwa mayoritas responden sangat setuju (SS) berjumlah 86,2% dan setuju (S) sebesar 13.8 %. Hasil ini menunjukkan bahwa alat bantu praktikum *Trainer Fuzzy* mudah di rangkai, mudah digunakan dan mempermudah mahasiswa dalam memahami teori Logika Fuzzy.

Tabel 8. *Hasi Penilaian Trainer Fuzzy oleh Responden*

No	ASPEK PENILAIAN	TANGGAPAN			
		SS	S	TS	STS
1	Tata letak komponen pada <i>Trainer Fuzzy</i> disusun secara teratur dengan membedakan antara komponen <i>input</i> , proses dan <i>output</i> .	8	2	0	0
2	Tata letak komponen-komponen <i>Trainer Fuzzy</i>	7	3	0	0

	mudah dipahami.				
3	Ukuran komponen sesuai dengan ukuran <i>trainer board</i> .	9	1	0	0
4	<i>Trainer</i> disertai <i>manual book</i> yang menjelaskan fungsi-fungsi setiap komponen beserta cara pemakaiannya.	10	0	0	0
5	Cara merakit <i>Trainer Fuzzy</i> tercantum dalam <i>Manual Book</i> .	9	1	0	0
6	<i>Trainer Fuzzy</i> menggunakan aturan <i>Fuzzy Inference System (FIS) Model Mamdani</i> .	8	2	0	0
7	<i>Trainer Fuzzy</i> menggunakan tahapan <i>fuzzyfication, inference</i> dan <i>defuzzyfication</i>	9	1	0	0
8	Tahapan <i>fuzzyfication, inference</i> dan <i>defuzzyfication</i> dijelaskan secara singkat dan jelas dalam <i>manual book</i> .	8	2	0	0
9	Koneksi antar <i>port</i> pada <i>Trainer Fuzzy</i> mudah dilakukan.	10	0	0	0
10	Komponen-komponen <i>Trainer Fuzzy</i> mudah dibongkar pasang.	9	1	0	0
11	Kode program <i>Trainer Fuzzy</i> mudah untuk dimodifikasi.	7	3	0	0
12	Pengoperasian <i>Trainer Fuzzy</i> tidak rumit.	8	2	0	0
13	suku cadang mudah didapat.	10	0	0	0
	RATA-RATA	8.62	1.38	0	0

Trainer Fuzzy ini dibuat untuk tujuan pembelajaran yang jelas dan relevan sesuai dengan standar kompetensi yang harus dikuasai oleh mahasiswa terutama untuk mata kuliah Jaringan syaraf, Sistem Pendukung Keputusan dan Kecerdasan Buatan. Penyajian alat praktikum ini disesuaikan dengan tingkat pemahaman dan ketrampilan mahasiswa. Mahasiswa yang mengambil Mata Kuliah Logika *Fuzzy* telah mengikuti mata kuliah sistem robotika, elektronika digital, mikroprosesor sehingga memiliki kemampuan merangkai komponen elektronika.

Trainer Fuzzy sangat mendukung untuk kegiatan pembelajaran logika fuzzy karena dapat digunakan secara mandiri dan tidak tergantung dengan pihak lain. Akan tetapi berdasarkan hasil evaluasi kelompok kecil responden diperoleh saran-saran. Berikut ini tabel rekap saran dari responden.

Tabel 9. *Saran dari Responden*

No	Saran
1.	Penempatan <i>battery holder</i> disesuaikan lagi agar mudah dibongkar pasang.
2.	Disertai tutorial dalam bentuk <i>video</i> .
3.	Rangkaian kabel-kabel disesuaikan panjang dan pendeknya.
4.	Perlu diperhatikan dari segi keamanan.

5. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini adalah telah dibuat sebuah *Trainer Fuzzy* memiliki 3 modul. Modul pertama bertujuan mengendalikan kecerahan LED menggunakan 2 potentiometer. Modul kedua bertujuan mengendalikan kecepatan motor DC menggunakan 2 potentiometer. Modul ketiga bertujuan mengendalikan kecepatan motor DC menggunakan sensor DHT11. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua skenario berhasil diujikan di semua modul. Hal ini menunjukkan bahwa *Trainer Fuzzy* berfungsi dengan baik. Berdasarkan pengisian kuisisioner oleh 10 responden yang berisi panduan

pemakaian (manual book) kemudian dipraktekkan oleh responden disimpulkan bahwa alat bantu praktikum ini mudah di rangkai, mudah digunakan dan mempermudah mahasiswa dalam memahami teori Logika Fuzzy dengan mayoritas responden sangat setuju (SS) berjumlah 86,2% dan setuju (S) sebesar 13.8 %.

Daftar Pustaka

- Allan, A., & Bradford, K. (2013). *Distributed Network Data*. Sebastopol: O'Reilly Media.
- Anderson. (1994). *Selecting and Developing Media for Instruction*. Jakarta: Rajawali.
- Anggraeni, D. R. (2019, November 11). Pengembangan Modul Pembelajaran Fuzzy Pada Mata Kuliah Sistem Cerdas untuk Mahasiswa S1 Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Malang. *TEKNO*, 26.
- Arduino. (2020, Juni 17). Retrieved Mei 10, 2021, from Arduino Company Website: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-smd-rev3>
- Bell, C. (2013). *Beginning Sensor Networks With Arduino and Raspberry Pi*. New York: Springer.
- Choudhuri, K. B. (2017). *Learn Arduino Prototyping in 10 Days*. Birmingham: Packt Publishing Ltd.
- Fatta, H. A. (2007). *Analisis & Perancangan Sistem Informasi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Fauzan, M. N., & Adiputri, L. C. (2019). *Tutorial Membuat Prototipe Prediksi Ketinggian Air (PKA) Untuk Pendeteksi Banjir Peringatan Dini Berbasis IOT*. Bandung: Informatics Research Center.
- Fitriadi, D. (2020, Oktober 21). *Sistem Otomasi Penyiraman Tanaman Menggunakan Fuzzy Logic Control*. Retrieved Maret 13, 2021, from Electronic Theses & Dissertation: http://etd.repository.ugm.ac.id/home/detail_pencarian_downloadfiles/583653
- Fried, L. (2020, 10 17). *DHT11, DHT22 and AM2302 Sensors*. Retrieved April 2, 2021, from Adafruit Industries: <https://cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/dht.pdf>
- Handson Technology. (2017, April 30). *Handson Technology User Guide*. Retrieved Mei 22, 2021, from HandsOn Tech Open Source Electronics Platform: <https://www.handsontec.com/dataspecs/module/L298N%20Motor%20Driver.pdf>
- Irwanto. (2020, Januari 2). Inovasi Baru Penggunaan Multimedia Interaktif Dan Mobile Learning Dalam Meningkatkan Prestasi Mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Pada Mata Kuliah Logika Fuzzy. *MEKOM*, 57.
- Istiyanto, J. E. (2014). *Pengantar Elektronika & Instrumentasi Pendekatan Project Arduino & Android*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Listiyarini, R. (2018). *Dasar Listrik & Elektronika*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish.
- Mardia, Tanjung, R., Karim, A., Ismail, M., Wagi, E. B., Sudarmanto, E., . . . Ardiana, D. P. (2021). *Sistem Informasi Akuntansi dan Bisnis*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Media Pendidikan: Pengertian, Pengembangan dan Pemanfaatannya*. (2011). Jakarta: Rajawali Pers.
- Mustika, I. A. (2018, September 10). *PENGEMBANGAN TRAINER TEKNIK DIGITAL SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PADA MATA KULIAH PRAKTIK TEKNIK DIGITAL BERBASIS APLIKASI INDUSTRI*. Retrieved Maret 12, 2021, from ePrints@UNY: https://eprints.uny.ac.id/59517/1/Skripsi_Istiqomah%20Ayu%20Mustika_14502244007.pdf
- Nauri, I. M. (2013). *Elektronika Dasar*. Malang: Penerbit Gunung Samudera.

- Nazir, M. (2014). *Metode Penelitian*. Bogor: Penerbit Ghalia Indonesia.
- Palgunadi, B. (2021). *Elektronikaisme Sebuah Pemahaman*. Bandung: B&C Boekoe.
- Pusada, M. Y. (2014). *Pemrograman Matlab Pada Sistem Pakar Fuzzy (Kasus: Mengukur dan Menentukan Suatu Kinerja)*. Yogyakarta: Deepublish.
- Rangkuti, F. (2011). *SWOT Balanced Scorecard Teknik Menyusun Strategi Korporat yang Efektif Plus Cara Mengelola Kinerja dan Resiko*. Jakarta: Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama.
- Rusli, M. (2017). *Dasar Perancangan Kendali Logika Fuzzy*. Malang: UB Press.
- Sadiman, A. S., Rahardjo, R., Haryono, A., & Rahardjito. (2011). *Media Pendidikan: Pengertian, Pengembangan dan Pemanfaatannya*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Setyawan, A. (2017, November 29). *TRAINER MODEL SMART DOOR LOCK SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PADA MATA KULIAH PERANCANGAN SISTEM ELEKTRONIKA*. Retrieved Maret 12, 2021, from ePrints@UNY: https://eprints.uny.ac.id/54073/1/Skripsi_Agus%20Setyawan_13502241008.pdf
- Smaldino, S. E. (2006). *Instructional Technology and Media For Learning*. Virginia: Pearson Merrill Prentice Hall.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sukiman. (2021). *Pengembangan Media Pembelajaran*. Yogyakarta: PT Pustaka Insan Madani.
- Sungkono. (2012, Oktober 16). *Evaluasi Media Pembelajaran*. Retrieved Maret 11, 2021, from Staff Site Universitas Negeri Yogyakarta: <http://staffnew.uny.ac.id/upload/131666729/pengabdian/evaluasi-media.pdf>
- Sutiyatno, S. (2017). *Metodologi Penelitian (Penelitian Teknologi Informasi, Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif, Penelitian Eksperimen, Penelitian Research & Development dan Penelitian Tindakan)*. Yogyakarta: Penerbit K-Media.
- Suyadhi, T. D. (2010). *Buku Pintar Robotika Bagaimana Merancang dan Membuat Robot Sendiri*. Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET.
- Suyanto. (2008). *Soft Computing*. Bandung: Penerbit Informatika.
- Suyanto. (2011). *Artificial Intelligence*. Bandung: Penerbit Informatika.
- Wang, A. (2014). *The Wisdom of Lao Zi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Wiltronics Research. (2017, April 30). *Motor Yellow 3-12VDC 2 Flats Shaft*. Retrieved Mei 25, 2021, from Wiltronics: <https://www.wiltronics.com.au/product/10137/yellow-motor-3-12vdc-2-flats-shaft/>