

APLIKASI LOGIKA FUZZY PADA PENGATURAN SUHU RUANGN INKUBATOR TELUR BERBASIS ARDUINO UNO DAN SENSOR DHT11

M Syekhurohim¹

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang
^{1,2}Jl. Raya Puspittek No 46 Buaran Setu, Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia

¹dosen02653@unpam.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 26-11-2024
revisi : 04-12-2024
diterima : 20-12-2024
dipublish : 31-12-2024

ABSTRAK

Permasalahan yang timbul di dunia ini terkadang sering sekali memiliki jawaban yang tidak pasti, logika fuzzy merupakan salah satu metode untuk melakukan analisis sistem yang tidak pasti. Tugas akhir ini membahas penerapan logika fuzzy pada pengaturan suhu kotak inkubator telur menggunakan metode Mamdani. Masalah yang diselesaikan adalah menentukan suhu yang dibutuhkan yaitu 37 °C untuk proses penetasan telur dengan menggunakan satu variabel masukan berupa suhu. Sensor DHT11 digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembaban sebuah kotak inkubator dan akan diproses oleh Arduino uno menggunakan library fuzzy logic. Keluaran dari proses tersebut berupa nilai-nilai PWM yang akan dihubungkan ke rangkaian dimmer. Selanjutnya rangkaian dimmer digunakan untuk mengontrol terang redupnya lampu pemanas kotak inkubator berdasarkan nilai keluaran PWM.

Langkah pertama penyelesaian masalah penentuan suhu yang dibutuhkan inkubator telur dengan menggunakan metode Mamdani yaitu menentukan variabel masukan dan variabel keluaran yang berupa himpunan tegas, langkah kedua yaitu mengubah variabel masukan menjadi himpunan fuzzy dengan proses fuzzifikasi, selanjutnya langkah yang ketiga adalah pengolahan data himpunan fuzzy dengan metode maksimum. Langkah terakhir atau ke empat mengubah keluaran menjadi himpunan tegas dengan proses defuzzifikasi dengan metode centroid, sehingga akan diperoleh hasil yang diinginkan pada variabel keluaran. Aplikasi Matlab digunakan untuk proses simulasi rancangan fungsi keanggotaan fuzzy dan hasil keluaran fuzzy. Dari hasil pengujian dan analisa didapatkan bahwa untuk mendapatkan suhu 37°C, nilai keluaran PWM yang dihasilkan sebesar 159.

Kata Kunci: fuzzy logic, incubator, DHT11, PWM

ABSTRACT

Problems arising in the world often answers sometimes uncertain, fuzzy logic is one method to analyze the system is uncertain. This thesis discusses the application of fuzzy logic on egg incubator temperature setting box using Mamdani. Problem solved is to

determine the required temperature is 37 oC for egg incubation process by using the input variables such as temperature DHT11 sensor is used to detect the temperature and hamidity of an incubator box and will be processed by the Arduino uno using fuzzy logic library. The output of the processing form values that the will be conected to the PWM dimmer circuit. The next circuit is used to control dimmer light dimming of light heating box incubator based PWM output value. The first step settlement of the problem of determining the temperature needed incubator eggs using Mamdani method of determines the input variables and output variables in the form firmly set, the second is to convert the input variable into fuzzy sets with the process of fuzzification, then the third step is data processing fuzzy set method maximum. And the last step to change the output to be firmly set with the centroid defuzzification method, so it will obtain the desired outcome on output variables. Mathlab applicaton used for design simulation process fuzzy membership functions and fuzzy output. Of the test results and analyze found that to get the temperature 37 oC, PWM output value is 159..

Keywords: fuzzy logic, incubator, DHT11, PWM

PENDAHULUAN

Keinginan manusia untuk membuat peralatan yang dapat membantu meringankan pekerjaan manusia dalam memenuhi kebutuhan hidup menyebabkan manusia berpikir bagaimana mengembangkan berbagai macam peralatan. Dahulu manusia mungkin hanya berfikir bagaimana membuat peralatan yang hanya berguna untuk meringankan pekerjaan sehari-hari. Seiring perkembangan dan pertumbuhan penduduk, maka berdampak pada tingkat konsumsi masyarakat yang meningkat, salah satunya kebutuhan daging unggas maupun telurnya yang kaya kan sumber protein. Hal ini harus diimbangi dengan persediaan yang cukup untuk memenuhi ketersediaan pangan, sehingga kebutuhan bisa terpenuhi.

Salah satu cara untuk mengatasinya yaitu dengan menggantikan peran mesin penetas telur konvensional yang ditingkatkan kemampuannya menjadi penetas telur yang otomatis sehingga dalam proses penetasan telur menjadi lebih mudah, hemat, dan praktis dengan hasil penetasan yang lebih baik.

Mesin penetas konvensional yang ada biasanya dilengkapi thermostat yang berfungsi untuk mengatur temperatur dalam mesin tetas secara otomatis. Cara kerjanya adalah apabila terkena panas thermostat (capsul) akan mengembang sehingga akan menekan microswitch (aliran listrik terputus) yang menyebabkan lampu mati, sebaliknya apabila suhu turun thermostat (capsul) akan mengempis dan akan menghidupkan kembali sumber panasnya (lampu).

Keunggulan dari alat yang akan dirancang adalah terang redupnya lampu akan berubah sesuai dengan kondisi masukan suhu yang terbaca pada kotak inkubator.

TEORI

Inkubasi adalah proses penjagaan atau perawatan sesuatu dengan kondisi tertentu agar sesuatu hal tersebut dapat berkembang dengan baik. Contohnya yaitu inkubasi telur, yang artinya menjaga telur dengan temperatur tertentu dan di tempat yang jauh dari para pengganggu. Faktor yang paling penting untuk inkubasi adalah suhu konstan yang diperlukan untuk perkembangannya selama periode tertentu.

Pada awal inkubasi embrio menghasilkan sedikit panas dan telur harus dihangatkan. Ini berarti bahwa suhu udara harus lebih tinggi dari suhu telur. Selama embrio berkembang, produksi panas metabolisme meningkat dan untuk mencegah kelebihan panas, udara di sekitar telur harus didinginkan sehingga panas dipindahkan dari telur.

Dari semua tahap-tahap penetasan telur ada 5 poin utama yang harus diperhatikan pada inkubator mesin penetas telur, yaitu :

- Suhu (Temperature)
- Kelembaban udara (Humidity)
- Ventilasi (Ventilation)
- Pemutaran telur (Egg Turning)
- Kebersihan (Cleanliness)

Logika Fuzzy

Titik awal dari konsep modern mengenai ketidakpastian adalah paper yang dibuat oleh Lofti A Zadeh, di mana Zadeh memperkenalkan teori yang memiliki objek-objek dari himpunan Fuzzy yang memiliki batasan yang tidak presisi dan keanggotaan dalam himpunan Fuzzy, dan bukan dalam bentuk logika benar (true) atau salah (false), tapi dinyatakan dalam derajat (degree). Konsep seperti ini disebut dengan fuzziness dan teorinya dinamakan Fuzzy Set Theory.

Fuzziness dapat didefinisikan sebagai logika kabur berkenaan dengan semantik dari suatu kejadian, fenomena atau pernyataan itu sendiri. Seringkali ditemui dalam pernyataan yang dibuat oleh seseorang, evaluasi dan suatu pengambilan keputusan.

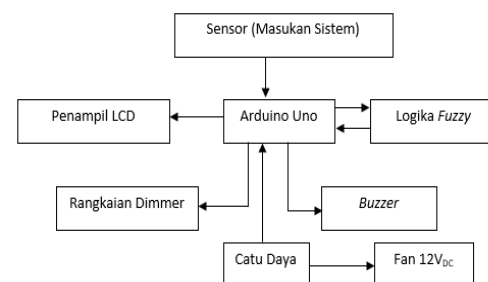
Ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika fuzzy, antara lain:

- Konsep logika fuzzy mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran Fuzzy sangat sederhana dan mudah dimengerti.
- Logika fuzzy sangat fleksibel.
- Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
- Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.

- Logika fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
- Logika fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
- Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami.

METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data dilakukan dengan cara membaca literatur yang berhubungan dengan mesin penetas telur, Arduino Uno, logika fuzzy dan Melakukan percobaan pembuatan himpunan fuzzy, fungsi keanggotaan, pembuatan aturan fuzzy dan kemudian membuat simulasi pada Matlab.



Gambar 3. Blok Diagram Perancangan Alat

Prinsip kerja rangkaian sistem rancang bangun aplikasi logika fuzzy pada pengaturan suhu ruangan inkubator telur ayam berbasis arduino uno dan sensor DHT11 sesuai blok diagram pada gambar 1 adalah sebagai berikut :

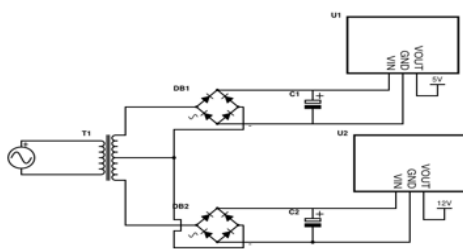
- Suhu dan kelembaban yang terbaca oleh sensor DHT11 dikirimkan ke arduino *uno* melalui pin 5.
- Selanjutnya arduino *uno* mengolah data masukan sensor DHT11 dengan logika *fuzzy* yang telah ditulis pada program. Hasil keluaran berupa nilai-nilai PWM yang akan dikirimkan ke rangkaian *dimmer* melalui *optocoupler*.
- Rangkaian *dimmer* dihubungkan ke 2 buah lampu 100 Volt sebagai pengendali panas kotak inkubator.

- d. Sebuah fan 12V_{DC} digunakan untuk sirkulasi panas agar dapat merata ke semua bagian ruang inkubator.
- e. Wadah air berfungsi untuk menaikan kelembaban ruangan inkubator yang dilengkapi rangkaian pendeteksi jumlah air yang berfungsi untuk mengetahui jumlah air. Ketika jumlah air berada pada ketinggian minimal maka arduino *uno* akan mengaktifkan *buzzer* sebagai pemberitahuan bahwa air telah berkurang.

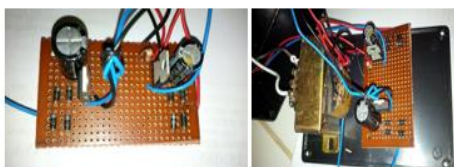
LCD 16x2 yang dilengkapi dengan I2C berfungsi untuk memantau perubahan suhu dan kelembaban serta menampilkan keluaran PWM.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Perangkat Keras Catu Daya (Power Supply)



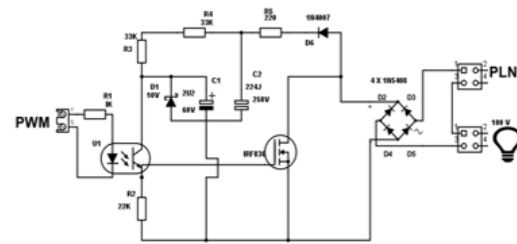
Gambar 1. Skema Rangkaian Catu Daya



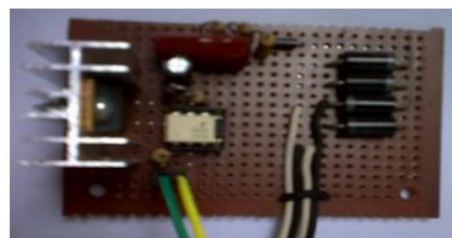
Gambar 5. Rangkaian Regulator dengan Dioda *Bridge*

Catu daya yang digunakan dalam karya tulis ini memiliki dua keluaran yaitu sebesar 5 Volt dan 12 Volt.

Rangkaian *Dimmer*



Gambar 2. Skema Rangkaian Dimmer



Gambar 3. Rangkaian Dimmer

Rangkaian *dimmer* diatas digunakan untuk mengontrol terang dan redupnya lampu. Pengontrolan dilakukan dengan keluaran PWM dari *Arduino Uno*. Rangkaian ini dilewati tegangan DC dan AC, untuk memisahkan keduanya maka rangkaian dilengkapi dengan *optocoupler* sebagai penganaman.

. Rangkaian Penampil Data

Penampil data yang digunakan pada proyek ini adalah LCD 16x2. LCD 16x2 dapat menampilkan 16 karakter dan 2 baris. Untuk menghemat rangkaian maka LCD16x2 yang digunakan pada proyek ini dilengkapi dengan I2C.

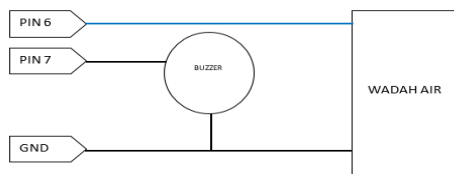


Gambar 4. LCD 16x2 dan I2C dengan Arduino Uno

Rangkaian Pendeteksi Ketinggian Air

Rangkaian ini dibuat untuk memberitahukan keadaan jumlah air dalam wadah dengan memanfaatkan pembacaan pin *arduino uno*, dalam hal ini pin 6 sebagai *input* yang dibuat *pull up*, yang artinya pin

tersebut dibuat dalam kondisi *high*. Selanjutnya mengatur pin 7 sebagai *output* dan dihubungkan ke kaki positif *buzzer*. Kemudian Pin 6 dan pin gnd dihubungkan melalui bagian wadah penampung air. Ketika ada air maka pin gnd akan terhubung ke pin 6 dan kondisi pin 6 akan berubah dari *high* menjadi *low*. Saat kondisi pin 6 *high*, pin 7 akan mengeluarkan logika 0, kemudian saat pin 6 berubah menjadi kondisi *low*, maka pin 7 akan mengeluarkan logika 1 yang mengaktifkan *buzzer*.



Gambar 5. Rangkaian pendeteksi ketinggian air

Perancangan Perangkat Lunak Perancangan Sistem Pengendali Fuzzy

Dalam penentuan seberapa terangnya lampu untuk pemanasan ruang inkubator, aplikasi logika *fuzzy* melakukan proses mengubah masukan berupa suhu dan kelembaban yang terbaca oleh sensor DHT11 pada kotak inkubator, masukan tersebut kemudian disesuaikan dengan range keanggotaan pada variabel suhu dan kelembaban yang telah ditentukan.

Variabel masukan yang digunakan adalah variabel suhu, dalam hal ini dibagi menjadi 3 himpunan *fuzzy* yaitu Dingin, Hangat, Panas.

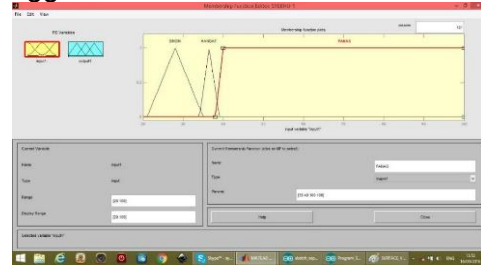
Fungsi keanggotaan tersebut diperlihatkan pada tabel 1.

Tabel 1. Fungsi keanggotaan Variabel Suhu

S/N	Fuzzy Set (Jangkauan Suhu)	Himpunan Fuzzy
1	Fuzzy Set1 : {21,28,...,35°C}	Dingin
2	Fuzzy Set2 : {34,36.5,39°C}	Hangat
3	Fuzzy Set3 : {38,40,...,100°C}	Panas

Selanjutnya fungsi keanggotaan tersebut disimulasikan dengan *Mathlab Toolbox Fuzzy*.

Gambar 6 menampilkan fungsi keanggotaan suhu.



Gambar 6. Fungsi Keanggotaan Suhu

Perancangan Aturan Fuzzy

Setelah penentuan variabel dengan fungsi keanggotaan, maka langkah selanjutnya adalah pembentukan pengetahuan *fuzzy* berupa aturan.

Aturan-aturan dibentuk untuk menyatakan relasi antara masukan dan keluaran. setiap aturan merupakan suatu implikasi dan yang memetakan antara masukan dan keluaran adalah IF-THEN.

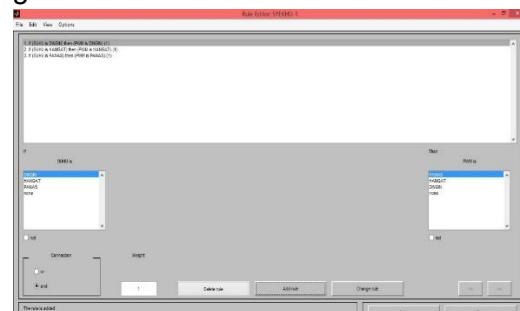
Aturan-aturan yang dibuat adalah sebagai berikut:

If (suhu is dingin) then (keluarkan nilai PWM untuk kondisi dingin)

If (suhu is hangat) then (keluarkan nilai PWM untuk kondisi hangat)

If (suhu is panas) then (keluarkan nilai PWM untuk kondisi panas)

Aturan tersebut selanjutnya dimasukkan dalam *rule editor*, yang diperlihatkan pada gambar 7.



Gambar 7. Rule Editor

Perancangan Keluaran Fuzzy (Defuzzifikasi)

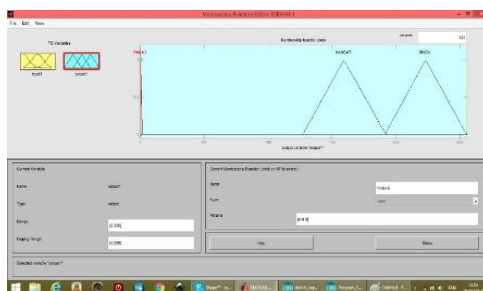
Proses *defuzzifikasi* menghasilkan keluaran *fuzzy* yang diambil berdasarkan masukan fuzzy set dan logaritma kontrol *fuzzy*. Setiap *fuzzy set* menampilkan

besarnya suhu dan fuzzy set yang ditampilkan pada LCD 16x2.

Keluaran berupa PWM dari *Arduino Uno* dikeluarkan melalui pin 3 dan dihubungkan ke pin *optocoupler* sebagai driver *mosfet* yang ada pada rangkaian *dimmer*.

Tabel 2. Fungsi keanggotaan Variabel Keluaran nilai PWM

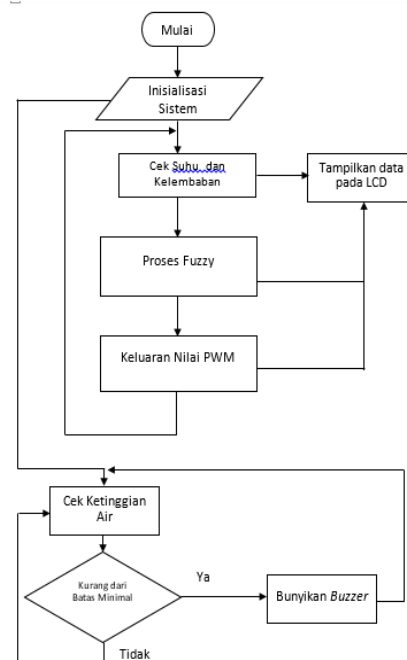
S/N	Nilai Keluaran PWM	Himpunan Fuzzy
1	191 – 255	Dingin
2	127 – 192	Hangat
3	0	Panas



Gambar 8. Fungsi Keanggotaan PWM

4.2.4. Penulisan8 Program pada Arduino Uno

Program dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman C dengan menggunakan IDE (*Integrated Development Environment*). Dalam Arduino IDE ini juga terdapat fungsi dan *library* untuk menjalankan *feature-feature* khusus yang dimiliki Arduino Uno. Penulisan program yang berisi aturan *fuzzy* juga membutuhkan suatu *library*. Dalam hal ini *library* yang dibutuhkan adalah *eFLL library*.



Gambar 9. Diagram Alir Keseluruhan Alat

Gambar 9 adalah diagram alur program penerapan logika *fuzzy* pada pengaturan suhu kotak inkubator. Variabel masukan berupa suhu dan kelembaban yang terbaca dari kotak inkubator akan dipetakan oleh logika *fuzzy* menjadi fungsi keanggotaan yang telah ditentukan. Dan selanjutnya program *fuzzy* akan mengeluarkan nilai keluaran PWM sesuai data masukan yang ada.

Suhu dan kelembaban yang terbaca oleh sensor DHT11 dari kotak inkubator sebagai masukan sistem *fuzzy* kemudian setelah program memprosesnya maka akan dihasilkan keluaran berupa nilai-nilai PWM sebagai pemicu *optocoupler* pada rangkaian *dimmer*. Selanjutnya rangkaian *dimmer* akan dihubungkan ke lampu sebagai pemanas kotak inkubator. Setiap perubahan suhu yang terbaca akan memberikan nilai keluaran PWM yang berbeda juga. Ketika suhu melebihi dari angka yang diharapkan maka lampu akan mati.

Untuk menjaga kelembaban ruangan maka jumlah air harus tetap ada, untuk itu sistem dilengkapi dengan pendeteksi

ketinggian air. Rangkaian ini akan memberitahukan (bunyi *buzzer*) saat kondisi air pada ketinggian tertentu.

4.3. Pengukuran Tegangan Keluaran Nilai PWM

Sebelum melakukan pengukuran pada rangkaian dimmer terlebih dahulu dilakukan percobaan pengukuran tegangan keluaran untuk variasi PWM. Variasi PWM dibagi menjadi 4 bagian *duty cycle*, yaitu $\frac{1}{4}$ bagian, $\frac{1}{2}$ bagian, $\frac{3}{4}$ bagian, dan 1 bagian atau dengan kata lain 25%, 50%, 75% dan 100%.

Tabel 3. Pengukuran Tegangan Keluaran PWM

Percobaan Ke-	Bagian PWM	Rentang PWM	Tegangan (Vdc)		
			Teori	Terukur	Selisih
1	0%	0	0	0	0
2	25%	64	1,25	1,28	0,03
3	50%	128	2,5	2,56	0,06
4	75%	192	3,75	3,84	0,09
5	100%	255	5	5,11	0,11



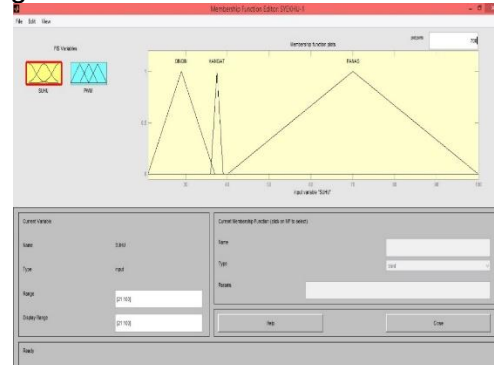
Gambar 10. Grafik Pengukuran tegangan Keluaran PWM

Dari Tabel dan grafik dapat diketahui bahwa tegangan keluaran PWM dipengaruhi oleh tegangan masuk. Ketika keluaran PWM berubah maka tegangan pun akan berubah.

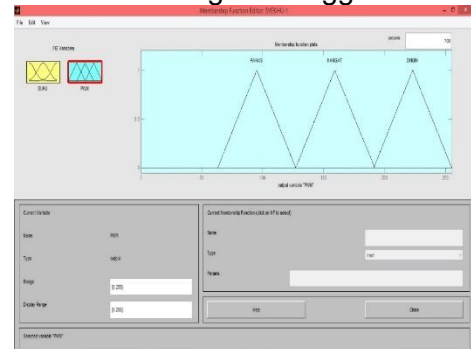
4.4. Pembacaan Fungsi Keanggotaan Fuzzy

Variabel masukan *fuzzy* yang digunakan adalah suhu kotak inkubator yang terbaca oleh sensor dht11.

Gambar 11 menampilkan fungsi keanggotaan suhu yang disimulasikan dengan *matlab toolbox*.



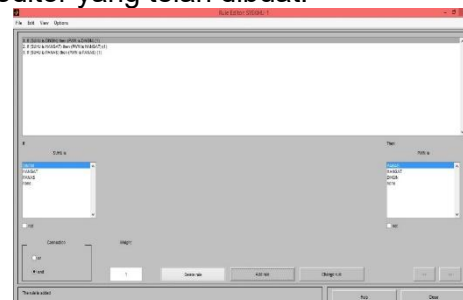
Gambar 12. Fungsi Keanggotaan Suhu



Gambar 13. Fungsi Keanggotaan PWM

Gambar 13 merupakan fungsi keanggotaan keluaran PWM dengan menggunakan *Mathlab Toolbox*.

Berikut ini adalah tampilan dari rule editor yang telah dibuat.

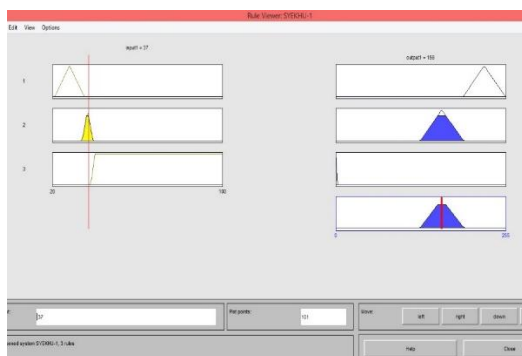


Gambar 14. Tampilan Rule Editor

Tabel 4 menampilkan hasil perhitungan *fuzzy* dengan menggunakan simulasi *matlab toolbox fuzzy*

Tabel 4. Hasil Uji Coba Masukan dan hasil keluaran PWM

Percobaan Ke-	Masukan Suhu °C	Nilai Keluaran PWM
1	22	223
2	23	223
3	24	223
4	25	223
5	26	223
6	27	223
7	28	223
8	29	223
9	30	223
10	31	223
11	32	223
12	33	223
13	34	223
14	35	159
15	36	159
16	37	159
17	38	159
18	39	0



Gambar 15. Masukan Suhu 37°C
Gambar 15 adalah salah satu hasil pembacaan suhu pada *simulasi matlab toolbox*.



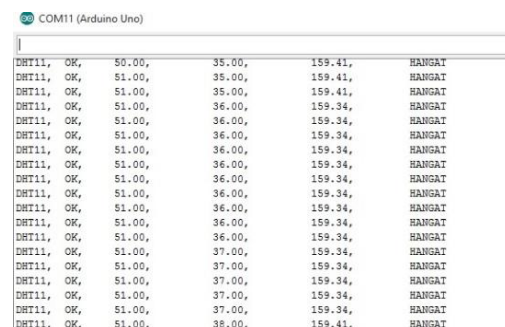
Gambar 16. Grafik Uji masukan Suhu

Pada gambar 16 terlihat bahwa untuk mendapatkan suhu yang dibutuhkan oleh inkubator untuk proses penetasan sekitar 37°C, maka nilai keluaran PWM harus sebesar 159.

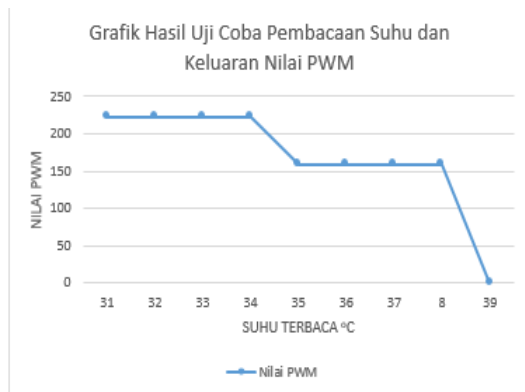
Setelah melakukan simulasi dengan *Mathlab Toolbox*, selanjutnya dilakukan uji alat. Hasil uji alat diperlihatkan oleh tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Hasil Uji Pembacaan Suhu dan Keluaran PWM

No	Suhu	Nilai Keluaran
1	31	223
2	32	223
3	33	223
4	34	223
5	35	159.41
6	36	159.34
7	37	159.34
8	38	159.41
9	39	0



Gambar 17. Hasil Pembacaan Suhu dan Keluaran Nilai PWM



Gambar 17. Hasil Pembacaan Suhu dan Nilai Keluaran PWM

Gambar 18 menampilkan pembacaan suhu secara otomatis oleh sensor DHT11, hasil pembacaan tersebut selanjutnya dipetakan oleh fungsi keanggotaan fuzzy yang telah diatur. Berdasarkan aturan (*rule*) yang telah dibuat maka ketika suhu terbaca sebesar 37°C, nilai PWM yang keluar adalah 159,34. Angka ini sesuai dengan hasil simulasi.

Keluaran dari perhitungan variabel masukan dan keluaran berupa nilai-nilai PWM yang akan dikirimkan ke *optocoupler* pada rangkaian dimmer sebagai pengatur terang redupnya lampu.

KESIMPULAN

Sistem dapat memproses logika fuzzy asas Mamdani sesuai simulasi pada Matlab. Untuk mendapatkan suhu yang dibutuhkan kotak inkubator sekitar 37°C maka program dapat mengolah data masukan berupa suhu dan didapatkan nilai keluaran PWM sebesar 159,34 sesuai simulasi Matlab.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada seluruh civitas akademika Universitas Pamulang terkhusus di Prodi Teknik Elektro. Untuk Bapak/Ibu dosen, terima kasih atas segala bimbingan dan arahan selama penulis menjadi mahasiswa. Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat bagi kita semua. Aamiin.

DAFTAR PUSTAKA

- Chima Onuebunwa, 2013. "Design and Implementation of a Fuzzy Logic Based Temperature Control System Of An Incubator". Skripsi. Namdhi Azikiwe University.
- Wang Chonghua, 2015. "A Study of Membership Functions on Mamdani Type Fuzzy Inference System for Industrial Decision-Making". Tesis dan Desertasi. Lehigh University.
- Das Tarun Kumar, Yudhajit Das, 2013. "Design of A Room Temperature And Humidity Controller Using Fuzzy Logic". Jurnal. American Journal of Engineering Research (AJER).
- Aprlianto Luthfi, 2014. "Pemadam Api Otomatis dengan Kendali Suhu dan Kelembaban Ruangan Menggunakan Logika Fuzzy". Skripsi. Universitas Gajah Mada
- Ananda, M. D., Saragih, Y., Hadikusuma, R. S., & Kamal, A. F. (2023). Design of smart agricultural systems using MIT App and Firebase. *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 22(2), 183–196. <https://doi.org/10.31358/techné.v22i2.366>
- Caesarendra, wahyu dan Mochammad, Ariyanto. 2011. Panduan Belajar Mandiri Matlab. Jakarta : PT Elex Media Komputindo.
- Widodo, Prabowo Pudjo dan Rahmadya Trias Handayanto. 2012. Penerapan Soft Computing dengan Matlab. Bandung : Rekayasa Sains.