

Sistem Pengaturan Kelembaban Pada *Prototype* Budidaya Cacing Menggunakan *Fuzzy Logic* Berbasis Wemos D1 R2

Akhmad Muchlis Musyafa'

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : akhmad.18012@mhs.unesa.ac.id

Puput Wanarti Rusimamto, Endryansyah, M. Syariffuddin Zuhrie

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : puputwanarti@unesa.ac.id, endryansyah@unesa.ac.id, zuhrie@unesa.ac.id

Abstrak

Pengontrolan kelembaban tanah pada budidaya cacing tanah menjadi hal yang sangat penting bagi para pembudidaya agar tingkat produktifitas cacing tanah tinggi dan berkualitas baik. Tujuan penelitian ini adalah membuat alat yang dapat menggantikan pekerjaan secara manual menjadi secara otomatis melalui sistem pengaturan kelembaban. Sistem pengaturan kelembaban tanah ini berbasis *IoT (Internet of Things)*. Metode yang digunakan untuk mengatur kelembaban adalah metode *fuzzy logic*, dengan pembacaan kelembaban menggunakan sensor *soil moisture*, dan untuk *user interface* dapat menggunakan aplikasi *Blynk* yang akan dihubungkan ke alat. Dengan adanya penelitian ini diharapkan pembudidaya cacing tanah dapat mengontrol kelembaban tanah dengan lebih efisien sehingga dapat meningkatkan perkembangan dan produktifitas cacing tanah menjadi lebih maksimal. Pembuatan alat dilakukan dengan merancang, membuat, dan menerapkan komponen-komponen sistem meliputi pompa air, LCD, *blynk*, DS18B20, *soil moisture*, IC L298N, *fuzzy logic* dan modul I2C. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa alat dapat berfungsi dan dapat dikembangkan dengan baik.

Kata Kunci: Kelembaban tanah, Logika *fuzzy*, Wemos D1 R2.

Abstract

Soil moisture control in earthworm cultivation is very important for cultivators so that the level of productivity earthworm is high and of good quality. The purpose of this research is to make a tool that can replace manual work automatically through a humidity control system. This humidity control system is based on *IoT (Internet of Things)*. The method used to regulate humidity is the fuzzy logic method, with humidity readings using a soil moisture sensor, and for the user interface you can use the *Blynk* application which will be connected to the device. With this research, it is hoped that earthworm cultivators can control humidity more efficiently so that they can increase the development and productivity of earthworms to the maximum. The manufacture of tool is done by designing, manufacturing, and implementing system components including water pump, LCD, *blynk*, DS18B20, *soil moisture*, IC L298N, *fuzzy logic*, and I2C modul. The results obtained indicate that the tool can function and can be developed well.

Keywords: Soil moisture, Fuzzy logic, Wemos D1 R2.

PENDAHULUAN

Cacing tanah merupakan organisme tanah dengan kompetisi tinggi dan penyebaran yang relatif cepat menjadikan taksa cacing tanah mendominasi habitat teresterial (Mambrasar dkk, 2018). Budidaya cacing tanah menjadi salah satu langkah tepat untuk meningkatkan produktifitas cacing tanah dengan cara menaikkan laju pertumbuhan, reproduksi, dan jumlahnya.

Cacing tanah yang biasanya banyak dikembangkan yaitu dari jenis *Lumbricus*, *Perionyx*, dan *Pheretima*. Cacing tanah *Lumbricus* mempunyai banyak keunggulan apabila

dibandingkan dengan jenis cacing *Pheretima* dan *Perionyx*. Keunggulan tersebut antara lain tingkat produktifitasnya tinggi, mempunyai kemampuan mempercepat dekomposisi sampah organik, peningkatan bobot yang cepat, dan perawatan yang tidak sukar atau mudah (Febrita dkk, 2015).

Cacing *Lumbricus* sp. mempunyai kandungan gizi yang tinggi dan bermanfaat untuk memusnahkan sampah organik. Cacing *Lumbricus* sp. biasanya digunakan sebagai pakan untuk hewan ternak karena mempunyai protein yang tinggi. Manfaat lain dalam bidang kesehatan yaitu untuk obat tifus, menurunkan hipertensi, meredakan demam, meningkatkan imun tubuh serta

menurunkan kadar kolesterol. Oleh karena itu, cacing tanah jenis *Lumbricus* banyak dibudidayakan oleh masyarakat. (Zulkarnain dkk, 2019).

Kesuburan cacing tanah sangat dipengaruhi oleh suhu. Secara umum, suhu pada tanah dapat mempengaruhi siklus reproduksi, pertumbuhan serta metabolisme cacing tanah. Apabila suhu terlalu rendah atau terlalu tinggi dari rentang suhu habitat cacing tanah akan dapat menyebabkan kurangnya produktifitas bahkan menyebabkan kematian (Fitri dkk, 2015). Cacing tanah mengandung 70-95% air dari bobotnya, sehingga kehilangan air menjadi masalah utama untuk mempertahankan hidup. Menjaga kondisi kelembaban tanah menjadi hal yang penting bagi budidaya cacing tanah, hal itu untuk melindungi dan menjaga agar kulit cacing tanah berfungsi secara normal karena kulit cacing tanah berfungsi sebagai alat pernafasan dengan cara mengambil oksigen dari udara bebas. Sehingga apabila pada kondisi media lembab, penyiraman tidak perlu sering dilakukan, namun pada kondisi media yang kering penyiraman harus sering dilakukan agar kondisi suhu dan kelembaban media normal (Brata, 2006).

Habitat budidaya cacing tanah perlu memperhatikan lingkungan yang teduh, suhu udara antara 15-25°C, kelembaban udara dan tanah antara 15%-30%, keasaman media ber-pH 6,0-7,2, dan kesediaan bahan organik dalam jumlah yang memadai (Zulkarnain dkk, 2019). Jika faktor-faktor tersebut tidak diperhatikan, maka cacing akan tidak nyaman pada habitatnya dan beresiko mengalami kematian.

Pada umumnya, pengontrolan habitat cacing tanah dilakukan secara manual oleh para pembudidaya, cara tersebut dikeluhkan karena para pembudidaya hanya mengira-ngira, tidak tahu kapan tepatnya untuk media cacing tanah diganti dan untuk mengontrol kelembaban para pembudidaya biasanya menyemprotkan air. Hal tersebut dapat mengurangi produktifitas cacing tanah apabila penyemprotan air tersebut tidak sesuai hingga menyebabkan cacing kurang produktif.

Berdasarkan latar belakang diatas, penelitian ini dapat menjadi salah satu cara untuk menyelesaikan permasalahan tersebut yaitu membuat sistem pengontrolan kelembaban pada budidaya cacing tanah berbasis *IoT (Internet of Things)*. Dengan adanya penelitian ini, maka diharapkan pembudidaya cacing tanah dapat mengontrol kelembaban dengan lebih efisien sehingga dapat meningkatkan perkembangan dan produktifitas cacing tanah agar lebih maksimal serta menggantikan pekerjaan manual menjadi otomatis sehingga lebih praktis dan mudah.

TINJAUAN PUSTAKA

1. *Soil moisture*

Soil moisture merupakan sensor yang mempunyai kemampuan untuk mengukur suatu kelembaban

pada tanah. Prinsip kerja dari *soil moisture* yaitu memberikan sinyal keluaran berupa besaran listrik sebagai akibat adanya air di antara pelat-pelat kapasitor berbentuk silinder, sensor *soil moisture* dapat dilihat pada Gambar 1.

Sensor ini terdiri dari dua *probe* untuk membawa arus listrik melewati tanah dan membaca resistansinya untuk memperoleh nilai tingkat kelembaban. Semakin banyak air (tanah menjadi lembab), maka tanah akan lebih mudah menghantarkan listrik dan sebaliknya apabila semakin sedikit air (tanah menjadi kering), maka tanah akan lebih sulit menghantarkan listrik (Husdi, 2018).



Gambar 1. Sensor Kelembaban Tanah
(Sumber: Husdi, 2018)

2. DS18B20

Sensor DS18B20 merupakan sensor untuk mengukur suhu, sensor DS18B20 dapat dilihat pada Gambar 2, sensor ini hanya memerlukan satu pin sebagai jalur data komunikasi. Setiap sensor mempunyai nomor seri 64-bit yang unik sehingga dapat menggunakan beberapa sensor yang terhubung ke GPIO (bus daya) yang sama (Ikhsan dan Syafitri, 2021).

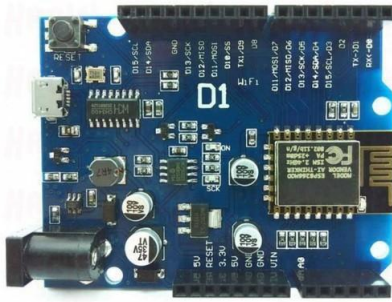


Gambar 2. Sensor Suhu DS18B20
(Sumber: Rozaq dan Yulita, 2017)

3. Wemos D1 R2

Wemos D1 R2 merupakan salah satu pengembangan dari Arduino. Wemos D1 R2 adalah unit mikroprosesor yang mempunyai kemampuan *wifi* berbasis ESP8266-12 yang dapat dilihat pada Gambar 3. Wemos D1 R2 adalah mikroprosesor yang mempunyai *chip wifi* ESP8266 sehingga dapat memungkinkan terhubung dengan internet, Wemos

D1 R2 memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada Tabel 1.



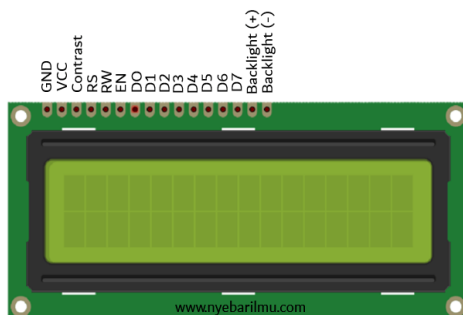
Gambar 3. Wemos D1 R2

Tabel 1. Spesifikasi Wemos D1 R2

Bagian	Keterangan
Mikrokontroler	ESP8266EX
Digital I/O Pins	11 (semua pin I/O mempunyai kemampuan interupsi/pwm/I2C/satu kabel, kecuali untuk D0)
Tegangan operasi	3.3V
Pin input analog	1 (3.2V input maks)
Flash memory	4MB
Keluaran	5V pada 1A maks
Tegangan	9V hingga 12V
Berat	21.8g
Dimensi	68.6mm x 53.4mm / panjang x lebar

4. LCD 16x2

Liquid Crystal Display (LCD) adalah sebuah media untuk memunculkan atau menampilkan hasil keluaran pada sebuah rangkaian elektronika (Saputra dkk, 2020). LCD 16x2 berfungsi untuk *userface* antara pengguna (*User*) dengan alat, pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa LCD 16x2 mempunyai 16 nomor pin yang mempunyai tanda simbol dan fungsi masing-masing. LCD ini dapat berjalan pada *power supply* +3V dan +5V (Budiyanto, 2012).



Gambar 4. LCD 16x2
(Sumber: Budiyanto, 2012)

Tabel 2. Spesifikasi LCD 16x2

Pin	Deskripsi
1	Ground (-)
2	VCC (+)
3	Mengatur pencahayaan
4	Register select
5	Read/write LCD register
6	Enable
7-14	Data I/O (input output)
15	VCC (+) LED
16	Ground (-) LED

(Sumber: Budiyanto, 2012)

5. Pompa air 12V

Pompa air merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk memindahkan atau menggerakkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan media pipa, dengan memberikan energi pada cairan yang berlangsung secara terus menerus (Ariansyah dan Sariman, 2021).

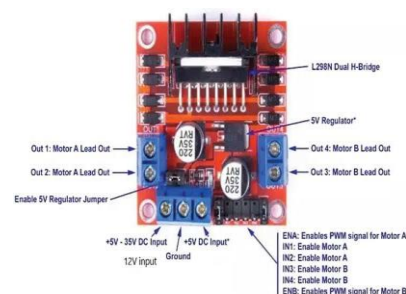


Gambar 5. Pompa Air 12V
(Sumber: Ariansyah dan Sariman, 2021)

Pada Gambar 5 adalah jenis pompa air 12V, pompa air jenis ini bekerja dengan minimal daya 12V 5 Ampere, pompa jenis ini sering sekali digunakan pada rangkaian elektronika khususnya pada plan penyiraman sebuah tanah.

6. L298N

IC L298N merupakan komponen yang sering digunakan pada dunia elektronika khususnya untuk mengatur kecepatan maupun arah putaran pada motor. Rentang pwm motor antara 0-255, IC L298N dapat dilihat pada Gambar 6 dan untuk spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel 3.



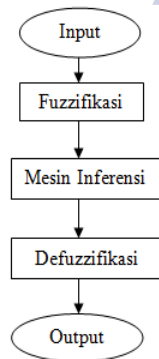
Gambar 6. IC L298N
(Wijaya dkk, 2020)

Tabel 3. Spesifikasi IC L298N

Bagian	Fungsi
Pin enable A, input 1, dan input 2	berfungsi mengatur motor DC yang terhubung ke output 1 dan output 2
Pin enable B, input 3, dan input 4	berfungsi mengatur motor DC yang terhubung ke output 3 dan output 4

7. Fuzzy logic

Logika fuzzy merupakan proses mengambil keputusan yang berdasar aturan (*rule base*) untuk memecahkan suatu masalah *non-linear* dengan menggunakan persamaan logika dari identifikasi kasus, sistem alur kerja dari fuzzy dapat dilihat pada gambar 7. Sistem ini digunakan untuk mengontrol keluaran tunggal atau satu output yang berasal dari beberapa masukan yang tidak saling berhubungan serta dapat memecahkan sistem yang rumit (Wijaya dkk, 2020).



Gambar 7. Flowchart Logika Fuzzy (Mursalin dkk, 2020)

8. Fuzzy logic sugeno

Penalaran metode *fuzzy logic sugeno* hampir mirip dengan penalaran Mamdani, perbedaannya hanya terdapat pada bagian output (hasil keluaran) sistem berupa konstanta atau persamaan linear, tidak berupa himpunan fuzzy. Model sugeno menggunakan *height method* untuk penentuan nilai keluaran dan menggunakan fungsi keanggotaan *singleton* pada variabel keluaran (Pranata dan Irawan, 2015).

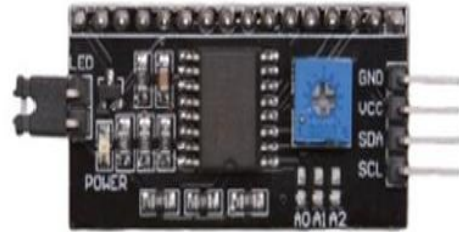
9. Modul I2C

Tabel 4. Spesifikasi Modul I2C

Bagian	Keterangan
GND	dihubungkan ke GND Wemos D1 R2
VCC	dihubungkan ke 5V Wemos D1 R2
SDA	I2C data dan dihubungkan ke pin analog pada Wemos D1 R2
SCL	I2C clock dan dihubungkan ke pin analog pada Wemos D1 R2

(Sumber: Saputra dkk, 2020)

Modul I2C digunakan untuk mengurangi penggunaan kaki pada LCD agar lebih efisien. Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa modul I2C ini mempunyai 4 pin yang dihubungkan ke Wemos D1 R2 untuk spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel 4.



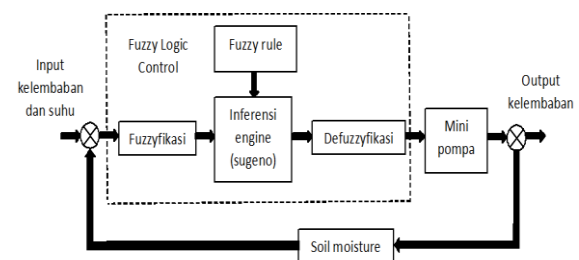
Gambar 8. Modul I2C (Sumber: Saputra dkk, 2020)

METODE

Metode yang digunakan untuk mengatur kelembaban adalah metode *fuzzy logic*, dengan pembacaan kelembaban menggunakan sensor *soil moisture*, dan untuk *user interface* dapat menggunakan aplikasi *blynk* yang akan dihubungkan ke alat. *Prototype* monitoring budidaya cacing tanah ini menggunakan sebuah mikrokontroler Wemos D1 R2 yang dihubungkan dengan dua buah sensor. Suhu tanah diukur menggunakan sensor DS18B20 dan kelembaban tanah diukur dengan sensor *soil moisture*.

Pada prinsip kerjanya, alat ini dapat mengontrol kelembaban yang sudah diatur nilainya, apabila nilai kelembaban tidak sesuai atau tidak selaras dengan nilai yang sudah ditentukan, maka akan mengaktifkan mini pompa dan pompa akan mengalirkan air sampai kelembaban sesuai dengan nilai yang ditentukan. Data pembacaan dari sensor akan dikirimkan ke mikrokontroler berupa derajat suhu dan nilai kelembaban tanah, dikelompokkan pada fuzzy keanggotaan dan diolah menurut *rule base* yang sudah ditentukan. *User interface* yang digunakan adalah LCD 16x2 dan aplikasi *blynk* yang sudah terkoneksi melalui *wireless* dengan alat. Sistem tersebut dibangun berdasarkan langkah-langkah berikut.

a. Desain Sistem



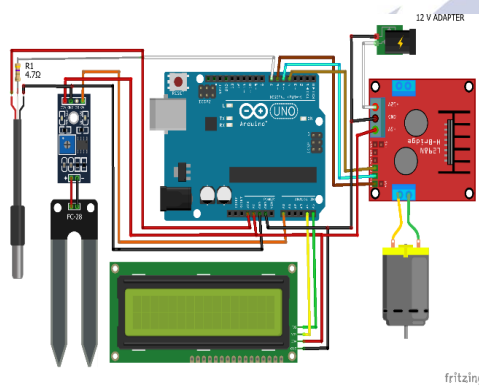
Gambar 9. Blok Diagram Sistem Fuzzy

Desain sistem ini merupakan tahapan awal pada perancangan pembuatan alat. Blok diagram yang

digunakan yaitu diagram *closed loop* dapat dilihat pada Gambar 9, yang dimana hasil keluaran dari sistem akan mempengaruhi sistem kendali, yang nanti akan memutuskan hasil keluaran yang memiliki nilai *error* lebih kecil.

b. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan alat dimaksudkan untuk mempermudah dalam pengerjaan. Pada tahap ini yaitu menentukan skema dari keseluruhan sistem, pada skema ini memiliki 2 inputan yaitu sensor suhu dan juga sensor kelembaban dan pada bagian prosesnya ada sebuah mikrokontroler yaitu Wemos D1 R2 dan pada bagian outputnya ada satu mini pompa dan juga LCD 16x2. Skema ini dirancang dengan tujuan untuk mempermudah dalam proses pembuatan alat, sehingga alat dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perancangan sistem, *wiring hardware system* dari alat dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. *Wiring Hardware System*

c. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Pada tahap ini, sistem instrumen berbasis mikrokontroler membutuhkan sebuah program yang berfungsi untuk mengontrol sebuah sistem tersebut. Pada penelitian ini menggunakan *software* Wemos D1 R2 untuk penulisan programnya.



Gambar 11. *Flowchart* alur kerja

Flowchart perancangan *software* dapat dilihat pada Gambar 11, dimana saat sistem dijalankan

sensor akan membaca nilai kelembaban dan suhu. apabila tanah dalam kondisi tidak sesuai dengan set point yang sudah ditentukan maka pompa akan menyala sesuai dengan kecepatan yang sudah diputuskan oleh aturan dasar *fuzzy* yang tertanam pada mikrokontroler, dan ketika kelembaban tanah sudah sesuai dengan *set point* maka pompa otomatis mati, nilai pembacaan sensor akan ditampilkan pada lcd dan aplikasi *blynk*.

d. Metode Logika Fuzzy

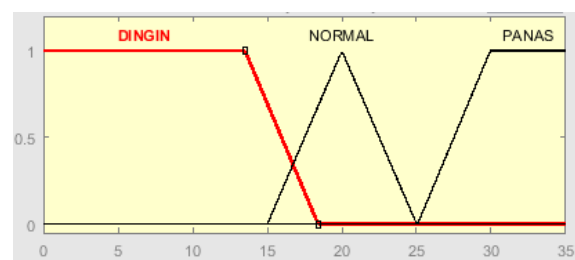
Penelitian ini menggunakan metode *fuzzy logic* sugeno. Penelitian ini menggunakan logika *fuzzy* Sugeno. *Fuzzy* sugeno adalah metode inferensi *fuzzy* untuk aturan yang dinyatakan sebagai jika-maka. dimana keluaran sistem bukanlah himpunan *fuzzy*, melainkan persamaan linier dengan pendekatan orde nol, dimana jika A dan B maka $C = K$. K adalah suatu nilai konstanta tertentu. Sehingga sangat cocok digunakan dalam penelitian ini karena memiliki keluaran berupa nilai tetap dan untuk blok diagram dari sistem *fuzzy* terdapat pada gambar 9. Berikut adalah tahapan dalam penelitian menggunakan metode *fuzzy logic* sugeno sebagai berikut.

1. Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi merupakan suatu proses dimana mengubah bentuk *inputan* dari bentuk tegas menjadi *fuzzy* atau variabel *linguistic*. Pada penelitian ini menggunakan dua inputan yaitu sensor suhu dan juga sensor kelembaban. Sensor suhu dan kelembaban tanah mengirim hasil pembacaan ke mikrokontroler dan dibentuk pernyataan *linguistic*nya.

Tabel 5. Variabel *linguistic* sensor suhu

Suhu (°C)	Variabel <i>linguistic</i>	Keterangan
<15	Dingin	Dg
15-25	Normal	Nr
>25	Panas	Pn



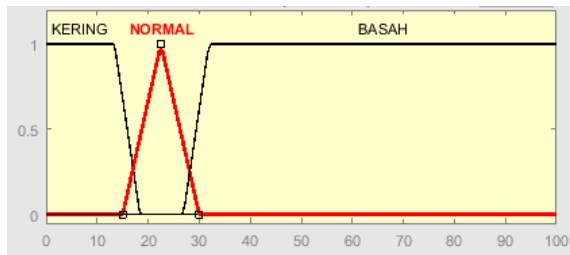
Gambar 12. Fungsi Keanggotaan Sensor Suhu

Tabel 5 merupakan variabel *linguistic* dari sensor suhu, terdapat 3 kondisi pada keanggotaan dari *inputan* suhu dimana suhu dingin berkisar kurang dari 15°C, suhu normal berkisar diantara 15°C sampai dengan 25°C, dan suhu panas berkisar lebih

dari 25°C, fungsi keanggotaan dari sensor suhu dapat dilihat pada Gambar 12.

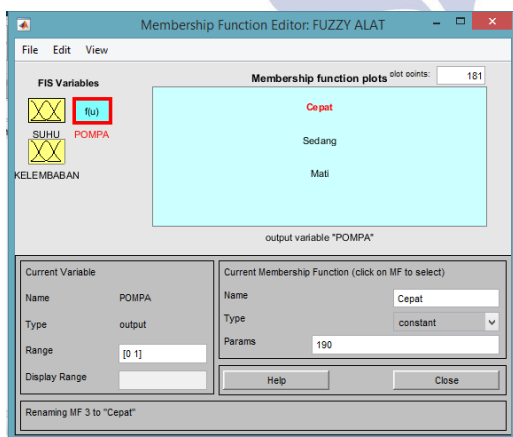
Tabel 6. Variabel *linguistic* sensor kelembaban tanah

Kelembaban tanah (%)	Variabel <i>linguistic</i>	Keterangan
<15	Kering	Kr
15-30	Normal	Nr
>30	Basah	Bs



Gambar 13. Fungsi Keanggotaan Sensor Kelembaban

Tabel 6 merupakan variabel *linguistic* dari sensor kelembaban, terdapat 3 kondisi pada keanggotaan dari *inputan* kelembaban dimana tanah berada pada kondisi kering jika kelembaban kurang dari 15%, kelembaban normal tanah berkisar antara 15% sampai 30 % dan tanah berada pada kondisi basah ketika kelembaban tanah mencapai lebih dari 30%, fungsi keanggotaan dari sensor suhu dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 14. Kecepatan PWM

Tabel 7. Nilai *linguistic* Output

Nilai <i>Linguistic</i>	Keterangan
0	Mati
128	Sedang
190	Cepat

Pada peneitian ini nilai outputnya adalah nilai PWM dari motor pompa yang sudah dibagi sesuai fungsi keanggotaannya menjadi 3 kondisi yaitu

mati, sedang, dan cepat, seperti pada Gambar 14, dan nilai *linguistic*-nya tertera pada Tabel7.

2. Pembentukan Aturan

Tahapan ini merupakan pembentukan sebuah aturan berisi logika yang sudah ditentukan, agar memperoleh hasil keluaran yang sesuai dengan rencana yang diinginkan, pada penelitian ini terdapat 9 aturan dasar yang tertera pada Tabel 8.

Tabel 8. Aturan dasar

Kelembaban	Suhu		
	Dingin	Normal	Panas
Kering	Siram sedang	Siram sedang	Siram banyak
Normal	Tidak siram	Tidak siram	Tidak siram
Basah	Tidak siram	Tidak siram	Tidak siram

3. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan proses tahap akhir dari metode fuzzy yang dimana pada proses ini untuk mengubah nilai keluaran fuzzy menjadi nilai tegas, karena pada penelitian ini menggunakan fuzzy sugeno maka pada metode defuzzifikasi ini menggunakan metode WA (Weighted Average).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian

Pembuatan alat sistem pengaturan kelembaban tanah menggunakan logika fuzzy dilakukan pengujian yang terbagi menjadi 2 bagian, yaitu pengujian *hardware* dan pengujian *software*. Penjelasannya sebagai berikut.

1. Pengujian Hardware

Pengujian *hardware* adalah pengujian pada setiap komponen yang digunakan pada alat. Pengujian ini digunakan untuk mengetahui apakah alat sudah bekerja sesuai dengan rencana yang diinginkan Gambar 14 merupakan dokumentasi dari pengujian rangkaian.



Gambar 14. Pengujian Hardware

a. Pengujian Sensor Suhu

Sensor suhu digunakan untuk mengetahui suhu *real-time* pada media tanah yang akan digunakan untuk budidaya cacing tanah. Pengujian pada sensor suhu bertujuan untuk memastikan apakah sensor suhu dapat bekerja dengan pembacaan kelembaban tanah sesuai dengan alat ukur, pengujian ini dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor DS18B20 dengan *Thermometer*.

Tabel 9. Hasil pengujian sensor suhu

<i>Thermometer</i>	DS18B20	<i>Error</i>
35.0	34.63	0.37
35.5	34.75	0.75
35.6	35.19	0.41
35.7	35.31	0.39
36.7	35.94	0.76
34.8	34.75	0.05
34.0	33.94	0.06
32.6	32.69	-0.09
<i>Average</i>		0.3775

Berdasarkan Tabel 9, diperoleh rata-rata nilai *error* sebesar 0,3775. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa sensor dapat bekerja dengan normal dan baik sesuai dengan yang diinginkan.

b. Pengujian Sensor Kelembaban

Sensor kelembaban digunakan untuk mengetahui kelembaban *real-time* pada media tanah yang akan digunakan untuk budidaya cacing.

Tabel 10. Hasil pengujian sensor kelembaban

ADC	%
1023	0
983	391
756	26.09
648	36.6
523	48.8
465	54.54
398	61.89
284	72.23
241	76.44
187	81.72

Tabel 10 merupakan data pengujian sensor kelembaban, pengujian ini dilakukan dengan cara menambahkan air sedikit demi sedikit pada tanah yang sudah dilengkapi dengan sensor *soil moisture*.

2. Pengujian Software

Pada tahap ini meliputi pengujian LCD dan *blynk*. Penjelasannya sebagai berikut.

a. Pengujian LCD

Rangkaian LCD dirancang bersama Wemos D1 R2. Pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah program yang dimasukkan ke dalam Wemos D1 R2 dapat bekerja dan berfungsi sesuai dengan yang diinginkan. Program ditulis pada Wemos D1 R2.

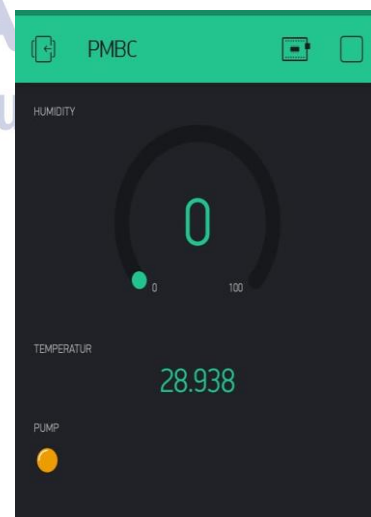


Gambar 15. Hasil pengujian program LCD

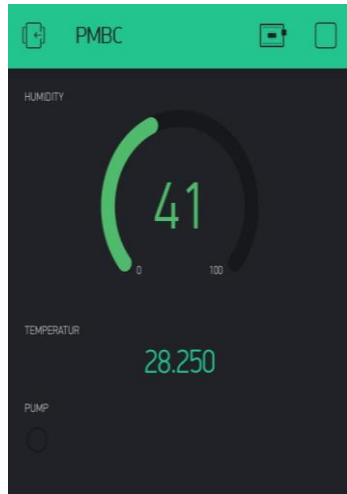
Pada Gambar 15 dapat dilihat dari hasil pengujian menunjukkan bahwa Wemos D1 R2 dapat menuliskan data ke LCD. Dilihat dari gambar bahwa LCD dapat menampilkan hasil yaitu suhu sebesar 30.44°C dan kelembaban sebesar 0%.

b. Pengujian Blynk

Rangkaian *blynk* dirancang bersama Wemos D1 R2 yang dilakukan setelah pengujian LCD. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah program dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang diinginkan, tujuan utama menggunakan aplikasi *blynk* ini adalah agar memudahkan para pengguna guna memantau atau memonitoring kelembaban dan juga suhu dengan sistem *IoT* agar lebih efisien



Gambar 16. Hasil pengujian program *blynk* sewaktu penyiraman



Gambar 17. Hasil pengujian program *blynk* setelah penyiraman

Dari data pada Gambar 16 dan 17, dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan pada hasil pengujian *blynk* yaitu dari sebelum tanah disiram, kelembaban tanah sebesar 0% dan pompa air menyala. Sedangkan setelah penyiraman, kelembaban tanah naik sebesar 41% dan pompa air otomatis mati. Data yang ditampilkan oleh aplikasi *blynk* sama dengan data pada LCD 16x2.

c. Pengujian Nilai Keluaran Antara Matlab dan Arduino

Tahap pengujian ini digunakan untuk mengetahui apakah hasil keluaran logika *fuzzy* pada matlab dan juga Arduino memiliki nilai keluaran yang sama.

Tabel 11. Hasil pengujian nilai keluaran

No.	Suhu (°C)	Kelembaban	Matlab	Arduino
1.	29.18	0%	190	190
2.	23.37	5%	128	128
3.	29.25	47%	0	0
4.	24.15	9%	128	128
5.	31.42	10%	190	190
6.	32.81	38%	0	0
7.	31.88	43%	0	0
8.	28.87	6%	190	190
9.	29.38	39%	0	0

Dari data pada Tabel 11, dapat diketahui bahwa pengoperasian logika *fuzzy* sudah berfungsi dengan normal karena nilai keluaran yang dihasilkan dari simulasi Matlab dan IDE Arduino memiliki nilai yang sama dan nilai tersebut sesuai dengan aturan yang telah ditentukan sebelumnya di awal perancangan. Dari sini dapat disimpulkan bahwa logika *fuzzy* yang terdapat pada IDE Arduino sudah sesuai dengan yang diharapkan karena nilai yang dihasilkan sama dengan nilai keluaran pada simulasi Matlab.

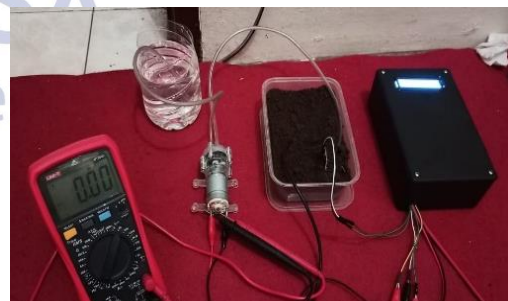
d. Pengujian Alat

Tahap pengujian alat ini untuk mengetahui apakah sistem dapat bekerja dengan baik sesuai dengan keinginan penulis dengan catatan bahwa nilai kelembaban tidak lebih dari 30% dokumentasi pengujian alat terdapat pada Gambar 18.

Tabel 12. Hasil Pengujian Alat

Nilai Sebelum Sistem Bekerja	Waktu	Tanpa Kontrol		Dengan Kontrol	
Kelembaban	WIB	Suhu	Kelembaban	Suhu	Kelembaban
0	07.45	28.25	54	28.15	30
0	07.50	28.32	56	28.35	29
0	07.55	28.56	60	28.10	30
0	12.15	31.57	47	31.42	30
0	12.20	30.93	52	30.87	32
0	12.25	30.85	44	30.15	30
0	19.50	27.32	70	27.65	28
0	19.55	27.65	64	27.56	30
0	20.00	27.08	68	27.12	31

Dari data pada Tabel 12, pembacaan sensor *soil moisture* tanpa menggunakan metode kontrol *fuzzy logic* mengalami kenaikan sampai melewati batas normal. Sedangkan hasil pembacaan sensor *soil moisture* dengan menggunakan metode kontrol *fuzzy logic* hanya terdapat dua nilai yang melewati batas wajar dari *set point*. Dari data tersebut maka dapat disimpulkan bahwa metode kontrol *fuzzy logic* dapat digunakan untuk mengontrol kelembaban tanah pada media budidaya cacing.



Gambar 18. Dokumentasi pengujian alat

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian sistem pengaturan kelembaban tanah berbasis IoT, didapatkan hasil bahwa sensor suhu dan kelembaban dapat berfungsi dengan baik dan normal, hasil tersebut dilihat dari pembacaan aplikasi *blynk*. Logika *fuzzy* yang diterapkan pada alat dapat bekerja dengan baik,

dapat dilihat dari hasil pengujian alat bahwasannya kelembaban dapat terjaga dibatas wajar atau normal.

Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu diharapkan adanya pengujian lebih lanjut dengan penggunaan sensor dengan sensitifitas yang lebih tinggi atau dengan menambah alat pengering agar dapat mengatur lebih baik kelembaban tanah dan juga dapat mengatur suhu pada tanah atau dengan membuat alat dengan skala yang lebih besar agar dapat dimanfaatkan atau diimplementasikan oleh pembudidaya cacing tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariansyah. Muhammad Dwi, dan Sariman. 2021. *Analisa Performa Pompa Air DC 12v 42Watt Terhadap Variasi Kedalaman Pipa Menggunakan Baterai dengan Sumber Energi dari Matahari*. Jurnal Syntax Admiration, 2(6), 1083-1102.
- Brata. 2006. *Rancang Bangun Sistem Kontrol Kelembapan Media pada Budidaya Cacing Tanah*. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia, 8(1), 69-75.
- Budiyanto. Setiyo. 2012. *Sistem Logger Suhu dengan Menggunakan Komunikasi Gelombang Radio*. Jurnal Teknologi Elektro, 3(1), 21-27.
- Febrita. Elya, Darmadi, dan Siswanto. Endro. 2015. *Pertumbuhan Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*) Dengan Pemberian Pakan Buatan untuk Mendukung Proses Pembelajaran pada Konsep Pertumbuhan dan Perkembangan Invertebrata*. Jurnal Biogenesis, 11(2), 169-176.
- Fitri. Nurul, Nida. Qatrun, dan Mulyono. Suhari. 2015. *Populasi Cacing Tanah di Kawasan Ujung Seurudong Desa Sawang Ba'u Kecamatan Sawang Kabupaten Aceh Selatan*. Prosiding Seminar Nasional Biotik, 187-189.
- Husdi. 2018. *Monitoring Kelembaban Tanah Pertanian Menggunakan Soil Moisture Sensor FC-28 dan Wemos D1 R2*. ILKOM: Jurnal Ilmiah, 10(2), 237-243.
- Ikhsan. Rizqy Nurul, dan Syafitri. Niken. 2021. *Pemanfaatan Sensor Suhu DS18B20 sebagai Penstabil Suhu Air Budidaya Ikan Hias*. Prosiding Seminar Nasional Energi, Telekomunikasi dan Otomasi.
- Mambrasar. Rini, Krey. Keliopas, dan Ratnawati. Sita. 2018. *Keanekaragaman, Kerapatan, dan Dominansi Cacing Tanah di Bentang Alam Pegunungan Arfak*. VOGELKOP: Jurnal Biologi, 1(1), 22-30.
- Mursalin. Satria Bimo, Sunardi. Hastha, dan Zulkifli. 2020. *Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Sensor Kelembaban Tanah Menggunakan Logika Fuzzy*. Jurnal Ilmiah Informatika Global, 11(1), 47-54.
- Pranata. Tulus, dan Irawan. Ilhamsyah Beni. 2015. *Penerapan Logika Fuzzy pada Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler*. Jurnal Coding, Sistem Komputer Untan, 3(2), 11-22.
- Rozaq. Imam Abdul, dan Yulita. Noor. 2017. *Uji Karakterisasi Sensor Suhu DS18B10 Waterproof Berbasis Arduino Uno Sebagai Salah Satu Parameter Kualitas Air*. Prosiding SNATIF ke-4 Tahun 2017 Universitas Muria Kudus.
- Saputra. Dikky Aulia, Amarudin, dan Rubiyah. 2020. *Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Menggunakan Mikrokontroler*. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik, 1(1), 7-13.
- Wijaya. Muhamad Arwin, Hanifah. Raidah, dan Manullang. Martin Clinton Tosima. 2020. *Purwarupa Penyiraman Otomatis dengan Arsitektur MQTT dan Logika Fuzzy Sugeno untuk Meningkatkan Keefektifan Manajemen Penyiraman Tanaman (Studi Kasus: Itera)*. JTIULM, 5(2), 49-56.
- Zulkarnain. Muhammad, Hadiwiayatno, dan Zakaria. 2019. *Rancang Bangun Sistem Kontrol Kelembaban Media pada Budidaya Cacing Tanah*. Jurnal JARTEL, 9(4), 47-74.