

PROTOTYPE PEMBERIAN NUTRISI CACING TANAH OTOMATIS DENGAN SOLAR PANEL MENGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC

Rivaldo Patria Kusuma¹, Kusnadi², Ridho Taufiq Subagio³, Petrus Sokibi⁴, Wanda Ilham⁵
Universitas Catur Insan Cendekia^{1,2,3,4,5}

Jl. Kesambi 202, Kota Cirebon, Jawa Barat. Telp (0231)220350
e-mail: rivaldopatriakusuma15@gmail.com, kusnadi@cic.ac.id, ridho.taufiq@cic.ac.id,
petrus.sokibi@cic.ac.id, wanda.ilham@cic.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi Iot menggunakan solar panel pada era sekarang berkembang dengan pesat dalam berbagai bidang, tak terkecuali dalam bidang ternak budidaya cacing tanah. Budidaya cacing tanah pada saat ini sedang berada pada masa yang kurang popularitas karena banyak yang tidak tahu kalo ternak cacing tanah dapat menguntungkan. Pemberian pakan sekaligus melembabkan media cacing secara manual dapat mengganggu keefesienan waktu, tenaga dan sumber daya manusia yang menimbulkan potensi permasalahan. Dari permasalahan tersebut memunculkan gagasan untuk membuat sistem pemberian pakan cacing otomatis dan sistem monitoring untuk membantu pengelola tanpa harus mengecek ke kandang secara langsung. Perakitan alat ini memanfaatkan sensor YL-69 sebagai pengukur kelembaban media dan DHT11 sebagai pengukur suhu sekitar kandang yang akan dikontrol oleh modul NodeMcu sebagai microcontroller serta menggunakan metode fuzzy logic sebagai program pengambil keputusan. Dengan ditunjang oleh sistem monitoring melalui aplikasi Blynk yang terhubung dengan microcontroller sehingga kita bisa memantau dari jarak jauh dan meringankan pekerjaan proses pemberian pakan cacing tanah. Hasil pengujian dari perakitan alat ini ialah sebuah otomatisasi pada alat pemberian pakan cacing secara otomatis berdasarkan kelembaban tanah dan suhu yang dapat dipantau dengan sistem monitoring melalui aplikasi Blynk di smartphone. Kekurangan alat ini adalah alat untuk pemberian pakan cacing masih kurang optimal dan kelebihanannya adalah dapat meringkan pekerjaan perternak.

Kata kunci: NodeMCU, Cacing Tanah, Panel Surya, Monitoring, Fuzzy Logic.

Abstract

The development of Iot technology using solar panels in the current era is developing rapidly in various fields, including in the field of earthworm cultivation livestock. Earthworm cultivation at this time is at a time of lack of popularity because many do not know that earthworm livestock can be profitable. The use of feed while moisturizing worm media manually can interfere with the efficiency of time, energy and human resources which causes potential problems. From this problem, the idea emerged to create an automatic worm feed feeding system and a monitoring system to help the manager without having to check into the cage directly. The assembly of this tool utilizes sensor YL-69 as a media moisture meter and DHT11 as a measurement of the ambient temperature of the cage which will be controlled by the NodeMcu module as a microcontroller and uses the fuzzy logic method as a decision-making program. Supported by a monitoring system through the Blynk application which is connected to a microcontroller so that we can monitor remotely and ease the work of the earthworm feed processing process. The test result of the assembly of this tool is an automation of the worm feeding tool automatically based on soil moisture and temperature which can be monitored with a monitoring system through the Blynk application on a smartphone. The disadvantage of this tool is that the tool for feeding worms is still not optimal and the advantage is that it can reduce livestock workers.

Keywords: NodeMCU, Earthworms, Solar Panels, Monitoring, Fuzzy Logic..

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi Iot menggunakan solar panel pada era sekarang berkembang dengan pesat dalam berbagai bidang, tak terkecuali dalam pemberian pakan ternak budidaya cacing tanah berbasis teknologi yang dibangun bertujuan untuk membantu dan mempermudah pengelolaan budidaya cacing dalam melakukan pemberian makan ternak budidaya cacing tanah dan solar panel merupakan hal yang

sangat positif dimasa sekarang ini karena dapat membantu pengelola untuk mensuplay sumber energi dan finansial[1]. Cacing tanah lumbricus rubellus adalah hewan tanah yang memiliki banyak manfaat. Cacing tanah lumbricus rubellus biasanya dimanfaatkan menjadi sumber pakan kaya protein yang dibutuhkan bagi hewan ternak seperti unggas, ikan dan udang dan juga dijadikan sebagai obat tradisional. Hal ini dikarenakan cacing tanah lumbricus rubellus memiliki kandungan protein sebesar 60-70%, lemak kasar 7%, kalsium 0.55%, fosfor 1%, dan serat kasar 1.08%. [2].

Ternak Cacing Tanah Pamy Gunawan adalah tempat perternakan cacing sekala kecil atau bisa disebut usaha mikro kecil menengah (UMKM) yang mulai merintis usahanya dari tahun 2019 hingga sekarang. Ternak Cacing Tanah Pamy Gunawan menggunakan cacing jenis cacing tanah lumbricus rubellus karena jenis cacing ini banyak mencari yang digunakan sebagian orang untuk di jadikan sebagai pakan ternak seperti pemberian pakan ikan dan di jadikan sebagai obat tradisional.

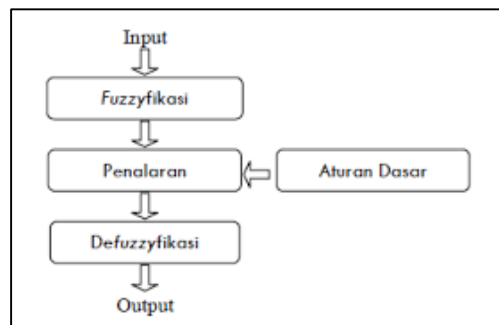
Dalam perawatan cacing tanah ini pemilik masih melakukan pemberian pakan cacing tanah ini secara manual dan menyempatkan media cacing tanah secara naluri apakah tanah tersebut lembab atau tidak pemilik mengalami kesulitan dalam hal mengontrol kelembaban dalam media cacing tanah. Pemilik pernah mengalami kegagalan dalam membudidayakan cacing tersebut karena media cacing yang pemilik rawat ternyata sudah lembab tetapi pemilik malah menyempatkan media cacing tersebut menjadi basah dan sehingga cacing tidak berkembang dengan baik atau mati. Hal ini mengakibatkan pengelola tidak bisa meningkatkan kualitas cacing tanah yang dibudidayakannya. Sumber listrik juga dalam penelitian ini menjadi salah satu masalah, bayangkan bila kita lupa menghidupkan pompa atau terjadi pemadaman bergilir/gangguan listrik PLN, maka cacing yang membutuhkan nutrisi akan mati atau tidak berkembang biak.

Logika fuzzy merupakan sebuah metodologi “berhitung” dengan sebuah nilai atau variabel linguistik, yang mana sebagai pengganti dari nilai bilangan. Inference Fuzzy Sugeno hampir sama dengan penalaran Mamdani, hanya saja Fuzzy Sugeno ini mempunyai output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan Fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linier [3]. Solusi yang dibutuhkan ialah suatu alat yang dapat memberikan makan secara otomatis dan memonitoring kelembaban media pada budidaya cacing tanah. Sensor yang digunakan meliputi, sensor soil moisture YL-69 yang ditancapkan ke kandang cacing tanah. Alat ini akan dibuat menggunakan metode fuzzy logic yang membuat program pemberi pakan cacing tanah otomatis akan jauh lebih terstruktur dan terencana sehingga mampu memodelkan fungsi nonlinier yang kompleks.

Berdasarkan uraian dari latar belakang diatas dan melihat banyaknya faktor yang harus di perhatikan dalam pemberian makan dan menentukan kelembaban media pada budidaya cacing tanah maka dari itu penulis tertarik membuat penelitian dengan judul “**PROTOTYPE PEMBERIAN NUTRISI CACING TANAH OTOMATIS MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC DENGAN SOLAR PANEL**”.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Fuzzy Logic Sugeno. Fuzzy Logic Sugeno merupakan suatu logika yang digunakan untuk menghasilkan keputusan tunggal/crisp saat defuzzyfikasi, penggunaannya tergantung dari domain masalah yang terjadi. Metode ini digunakan untuk menentukan output yang berupa kondisi dari media cacing tanah. Fuzzy Logic Sugeno memiliki tahapan seperti gambar 1.



Gambar 2.1. Fuzzy Logic

a. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan tahap awal yang dilakukan dalam metode logika fuzzy. Tahap ini dilakukan dengan proses mengubah nilai crisp (numerik) menjadi himpunan fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan (membership function). Membership function merupakan kurva yang menentukan titik-titik pemetaan input pada derajat keanggotaan suatu domain.

b. Penalaran (Inferensi)

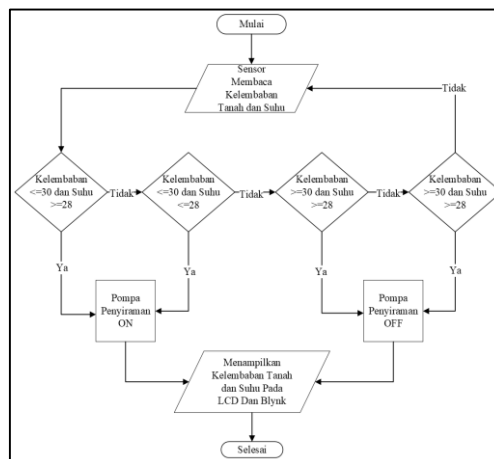
Mesin inferensi adalah proses implikasi dalam menalar nilai masukan guna penentuan nilai keluaran sebagai bentuk pengambilan keputusan. Salah satu model penalaran yang banyak dipakai adalah penalaran maxmin.

c. Aturan Dasar (Basis Aturan)

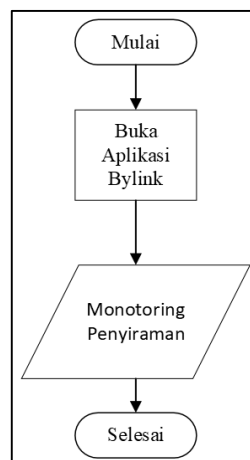
Pada proses ini ditentukan aturan-aturan yang akan dijadikan acuan sehingga output yang didapatkan oleh sistem nantinya akan sesuai dengan yang diharapkan. Tahap ini biasanya disebut juga untuk mengontrol logika fuzzy yang memiliki bentuk hubungan “if-then” atau “Jika - Maka”[31].

d. Defuzzifikasi

Proses defuzzifikasi merupakan tahap dimana output dari aturan-aturan yang telah ditentukan pada basis pengetahuan di atas menjadi nilai input pada proses defuzzifikasi ini. Sementara output dari proses defuzzifikasi ini adalah suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu [32].



Gambar 2.2. Flowchart Sistem Pemberian Nutrisi Otomatis Cacing Tanah



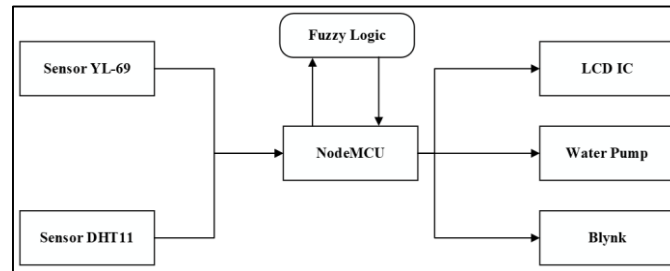
Gambar 2.3. Flowchart Monitoring Pemberian Nutrisi Otomatis

Diagram alir yang ditunjukkan oleh gambar 2.1 menunjukkan cara kerja dalam pemberian nutrisi otomatis dimana pompa yang berisikan air nutrisi akan menyiram ketika sudah menerima pembacaan sensor oleh sensor YL-69 dan Sensor DHT11 dengan parameter yang sudah ditentukan.

Diagram alir yang ditunjukkan oleh gambar 2.3 menunjukkan cara kerja monitoring pemberian nutrisi otomatis dari jauh dengan menggunakan aplikasi yang dapat di install melalui smartphone yaitu aplikasi blynk yang dimana aplikasi ini dapat membantu perternak memonitoring tanpa harus datang ke kandang.

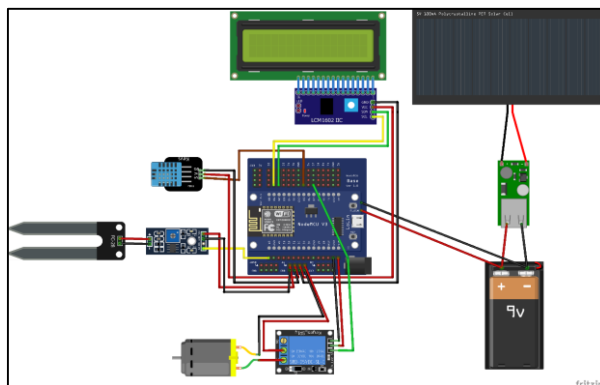
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Rancangan Skematis *Hardware*



Gambar 3.1. Blok Diagram Sistem

- a. Sensor YL-69 (Soil Moisture)
Biasa disebut sensor kelembaban tanah ini dirancang untuk menangkap kelembaban kering, lembab, atau basah pada tanah. Ketika terdeteksi kering pada kondisi sekitar sensor maka waterpump akan menyala dan ketika terdeteksi lembab maka waterpump akan mati.
- b. Sensor DHT11
Difungsikan pada alat untuk mendeteksi disekitaran kandang yang dijadikan sebagai parameter tambahan dalam pemberian nutrisi cacing ini.
- c. NodeMCU
Berfungsi sebagai microcontroller yang dimana alat ini berfungsi sebagai pemrosesan input atau output dari keseluruhan sistem pemberian nutrisi cacing tanah yang berjalan, disini juga implementasi metode Fuzzy Logic.
- d. Fuzzy Logic
Nantinya ditanam kedalam chip mikrokontroler dengan rule – rule yang telah ditentukan. Fuzzy Logic ini diimplementasikan pada pemrograman NodeMCU.
- e. LCD IC
Liquid Crystal Display pada alat difungsikan sebagai output yaitu menampilkan kelembaban tanah dan suhu disekitar kandang.
- f. Water Pump
Biasa disebut pompa air ini difungsikan sebagai output untuk pemberian nutrisi cacing tanah itu yang berisikan air sari tahu.
- g. Blynk
Aplikasi ini dapat di jumpai di smartphone dan aplikasi ini difungsikan pada alat ini untuk memantau suhu dan kelembaban dari jarak jauh oleh perternak.



Gambar 3.2. Interkoneksi Perangkat Keras

Berdasarkan gambar 3.2 alat ini mengulas tentang bagaimana melakukan pemberian nutrisi cacing dengan NodeMCU sebagai mikrokontroler yang menggerakkan seluruh komponen dalam alat ini. Sensor YL-69 membaca kelembaban pada media cacing tanah, Sensor DHT11 membaca suhu yang ada disekitaran kandang cacing tanah, kemudian relay akan membuka tutup arus listrik kepada Waterpump setelah menerima nilai dari NodeMCU, lalu waterpump akan menyerimkan air sekaligus nutrisi cacing ke media cacing tanah, terakhir LCD dan Blynk akan menerima nilai kelembaban dan suhu.

Dari rangkaian sistem di atas menggambarkan cara kerja komunikasi antar perangkat dalam mengendalikan perangkat dengan penjelasan berikut :

1. Koneksi Solar Panel dengan Battery(Power Bank)

Tabel 3.1. Koneksi Solar Panel dengan Battery(Power Bank)

Solar Panel	Charger Battery	Keterangan
+	IN+	Isi daya arus positif
-	IN-	Isi daya arus negatif

2. Koneksi NodeMCU dengan Sensor YL-69

Tabel 3.2. Koneksi NodeMCU dengan Board YL-38

NodeMCU	YL-69	Keterangan
Vin	VCC	Pin sumber daya arus positif
GND	GND	Pin sumber daya arus negatif
Pin A0	A0	Pin untuk membaca nilai kelembaban tanah

3. Koneksi NodeMCU dengan Sensor DHT11

Tabel 3.3 Koneksi NodeMCU dengan Sensor DHT11

NodeMCU	DHT11	Keterangan
Vin	VCC	Pin sumber daya arus positif
GND	GND	Pin sumber daya arus negatif
D5	DATA	Pin untuk membaca nilai suhu

4. Koneksi NodeMCU dengan Relay

Tabel 3.4. Koneksi NodeMCU dengan Relay

NodeMCU	Relay	Keterangan
Vin	VCC	Pin sumber daya arus positif
GND	GND	Pin sumber daya arus negatif
D7	IN1	Pin untuk mengontrol kendali chanel 1 pada relay

5. Koneksi Relay dengan Waterpump

Tabel 3.5. Koneksi Relay dengan Waterpump

Relay	Waterpump	Keterangan
COM	+	Pin sumber daya arus positif
NC	-	Pin sumber daya arus negatif

6. Koneksi NodeMCU dengan LCD

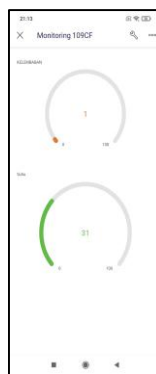
Tabel 3.6. Koneksi NodeMCU dengan LCD

NodeMCU	LCM 1602	Keterangan
Vin	Vin	Pin sumber daya arus positif
GND	GND	Pin sumber daya arus negatif
D2	SDA	Pin untuk data serial
D1	SCL	Pin untuk jalur clock sinkronisasi

3.2. Tampilan Hardware dan Software



Gambar 3.3. Tampilan Hardware



Gambar 3.4. Tampilan Software

Pada Gambar 3.3 merupakan *prototype* alat pemberian nutrisi otomatis yang telah selesai dirancang dan siap digunakan. Sedangkan pada gambar 7 merupakan tampilan *monitoring* pemberian nutrisi otomatis.

3.3. Pengujian

1. Pengujian Keseluruhan Sistem

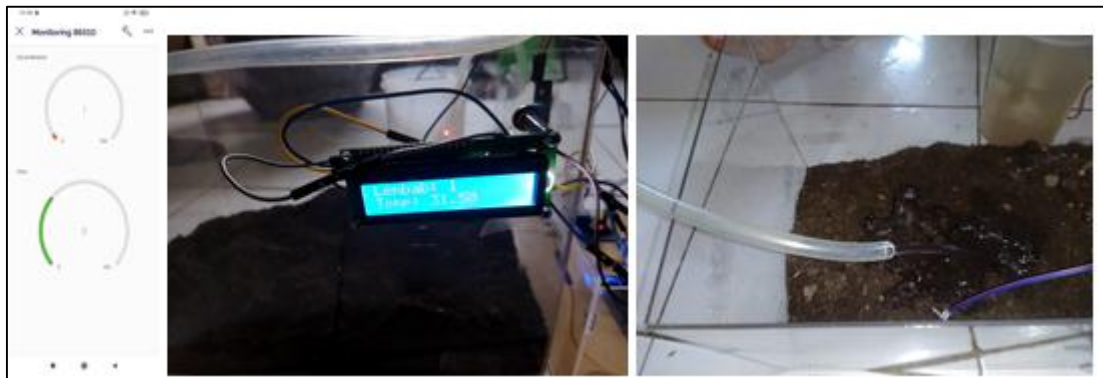
Pengujian secara keseluruhan sistem ini bermaksud untuk melihat hasil dari masing-masing subsistem setelah diintegrasikan. Pengujian pada proses ini dilakukan untuk melihat hasil keluaran secara

keseluruhan dari sistem yang telah dirancang dan direalisasikan. Hasil pengujian tersebut ditunjukkan pada Tabel 3.7

Tabel 3.7. Pengujian Keseluruhan

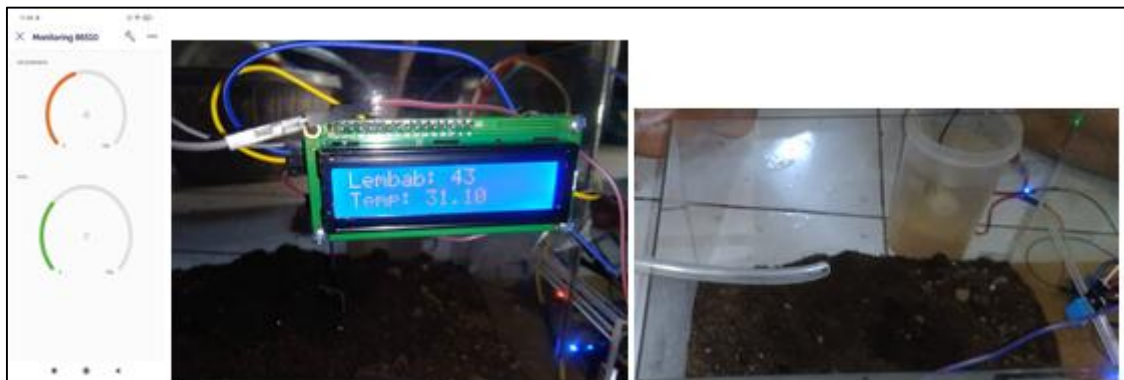
No	Kelembaban	Suhu	Keluaran CC
1.	Kering	Dingin	130 CC
2.	Kering	Normal	65 CC
3.	Lembab	Panas	Off
4.	Lembab	Normal	Off

2. Kondisi Kering



Gambar 3.5. Kondisi Kering

3. Kondisi Lembab



Gambar 3.6. Kondisi Lembab

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan tentang Prototype Pemberian Nutrisi Cacing Tanah Otomatis Dengan Solar Panel Menggunakan Metode Fuzzy Logic, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemanfaatan Microcontroller, Sensor dan komponen penunjang lainnya dapat saling berintegritaskan sehingga alat pemberian nutrisi cacing tanah otomatis beserta sistem kendali dapat terancang.
2. Perancangan sistem otomatisasi dan monitoring dapat memudahkan pengguna untuk memonitoring alat dari jarak jauh.
3. Pemberian nutrisi secara manual akan tergantikan oleh alat pemberian nutrisi cacing tanah otomatis karena beberapa kelebihan yang dimiliki alat pemberian nutrisi cacing tanah otomatis.

5. SARAN

Alat pemberian nutrisi cacing tanah otomatis tentu tidak terlepas dari beberapa kekurangan. Oleh sebab itu, untuk pengembangan selanjutnya yang lebih baik, penulis menyarankan beberapa hal diantaranya adalah :

1. Pada *prototype* alat ini masih terdapat kekurangan pada *waterpump* yang digunakan, maka diharapkan kepada penelitian berikutnya untuk mencari jenis *waterpump* lain yang dapat menyalurkan nutrisi cacing sekaligus melembabkan medianya dengan optimal.
2. Penambahan jumlah sensor soil moisture YL-69 yang di sebar di beberapa titik pada media cacing tanah untuk membantu menambah kerataan dalam pemberian nutrisi cacing tanah dan kelembaban media cacing tanah.
3. Diperlukan adanya modifikasi lanjutan pada sensor ataupun alat lainnya, agar sistem kendali dapat menjadi lebih mudah lagi dan dapat dioperasikan oleh pengguna awam sekalipun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. D. Ardiansyah, A. Setiyadi, J. "PEMBANGUNAN ALAT PEMANTAU DAN PENGENDALI MEDIA TERNAK BUDIDAYA CACING TANAH BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)." Tesis M.Kom., Universitas Komputer Indonesia, Bandung.
- [2] P. S. DIKA, "PENGARUH PEMBERIAN PAKAN LIMBAH BAGLOG JAMUR TIRAM PUTIH (*Pleurotus ostreatus*) DAN KOTORAN AYAM TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI KOKOON CACING TANAH (*Lumbricus rubellus*) SEBAGAI SUMBER BELAJAR BIOLOGI," Skripsi, UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG, Malang, 2016.
- [3] S. Dwiastuti, "Pemberdayaan Lahan Kritis melalui Pola Interaksi Cacingtanah dengan Lingkungannya," Lahan Kritis, vol. 14, no. 1, pp. 25-34, Oktober 2017.
- [4] W. Kurniasih, "Panduan Cara Budidaya Cacing Tanah Yang Menguntungkan," Gramedia Blog, 20 Agustus 2021. [Online]. Tersedia: <https://www.gramedia.com/best-seller/cara-budidaya-cacing-tanah/> [Diakses: 28 Maret 2022].
- [5] M. Zulkarnain, Hadiwiyanto, dan N. Zakaria, "RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL KELEMBAPAN MEDIA PADA BUDIDAYA CACING TANAH," Budidaya Cacing Tanah, vol. 8, no. 4, pp. 5, Desember 2019.
- [6] N. Latif, "Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Soil Moisture dan Sensor Suhu," Penyiraman Tanaman Otomatis, vol. 7, no. 1, pp. 16–20, April 2021.
- [7] S. B. Mursalin, H. Sunardi, dan Z. Zulkifli, "Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Sensor Kelembaban Tanah Menggunakan Logika Fuzzy," Penyiraman Tanaman Otomatis, vol. 11, no. 1, pp. 47-54, Juli 2020.
- [8] M. Fauni, "DESAIN DAN PEMBUATAN TRACKER SYSTEM SATU SUMBU BERBASIS ARDUINO UNO UNTUK OPTIMALISASI DAYA PANEL SURYA," Skripsi, UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG, Malang, 2019.
- [9] L. Prabaningrum, "Pengaruh Arah Pergerakan Nozzle dalam Penyemprotan Pestisida Terhadap Liputan dan Distribusi Butiran Semprot dan Efikasi Pestisida pada Tanaman Kentang," Penyemprotan Tanaman Kentang, vol. 27, no. 1, pp. 113-126, Juni 2017.
- [10] R. P. Pratama, "APLIKASI WEBSERVER ESP8266 UNTUK PENGENDALI PERALATAN LISTRIK," Pengendalian Listrik, vol. 17, no. 2, pp. 6, November 2017.
- [11] J. Ghifari, "IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS (IOT) UNTUK PENGAWASAN DAN PENYIRAMAN OTOMATIS PADA BUDIDAYA CACING TANAH DENGAN PROTOKOL MQTT" Skripsi, UNIVERSITAS MATARAM, Mataram, 2019.
- [12] R. R. PRAKASA, "PERANCANGAN PROTOTIPE KONTROL KELEMBAPAN MEDIA COCOPEAT PADA BUDIDAYA CACING TANAH BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)," Skripsi, INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO, Purwokerto, 2021.

-
- [13] N. Nasron, S. Suroso, dan A. R. Putri, "Perancangan Logika Fuzzy Untuk Sistem Pengendali Kelembaban Tanah dan Suhu Tanaman," *Pengendalian Kelembaban Tanah dan Suhu*, vol. 3, no. 4, pp. 307-312, Oktober 2019.
- [14] R. Arbilah, K. Kusnadi, dan W. Ilham, "Prototipe Alat Penyiraman Air dan Nutrisi Otomatis Pada Proses Pembenihan Buah Naga Dengan Modul Nodemcu," *Pembenihan Buah Naga*, vol. 1, no. 1, pp. 8-18, Mei 2021.
- [15] R.T. Subagio, Kusnadi, T. Sudiarso "PROTOTYPE SISTEM KEMANAN BUKA TUTUP ATAP JEMURAN OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR AIR DAN LIGHT DEPENDENT RESISTOR (LDR) BERBASIS ARDUINO," *Keamanan Buka Tutup Atap Jemuran Otomatis*, vol. 8, no.2, pp. 161-172, November 2018.
- [16] H. Abbas, Kusnadi, W. Ilham, dan S. Parman, "SISTEM KENDALI ALAT PEMBERI PAKAN KUCING OTOMATIS MENGGUNAKAN MODUL NODEMCU," *Pemberian Pakan Kucing*, vol. 11, no. 2, pp. 166-177, November 2021.
- [17] "Pakan," Wikipedia, [Online]. Tersedia: <https://id.wikipedia.org/wiki/Pakan> [Diakses: 17 Mei 2022]
- [18] H. D. P. SP. CITRA O. S. PRASETYO, "JENIS-JENIS CACING, MANFAAT, BUDIDAYA," EDUPEDIA. [Online]. Tersedia: http://edped3.blogspot.com/2015/12/jenis-jenis-cacing-manfaat-budidaya-bag_25.html [Diakses: May 13 Mei 2022].
- [19] Redaksi Manfaat, "6 Manfaat Cacing Lumbricus Rubellus Bagi Kesehatan Tubuh," *Manfaat.co.id*. [Online]. Tersedia: <https://manfaat.co.id/manfaat-cacing-lumbricus-rubellus> [Diakses: May 13 Mei 2022].
- [20] Hadian Darmali, "PERAN CACING TANAH Eisenia fetida DAN Lumbricus rubellus DALAM MENGONSUMSI SAMPAH ORGANIK PUSPA ELIDAR," *DOCPLAYER*, 2019. [Online]. Tersedia: <https://docplayer.info/88917475-Peran-cacing-tanah-eisenia-fetida-dan-lumbricus-rubellus-dalam-mengonsumsi-sampah-organik-puspa-elidar.html> [Diakses: May 13 Mei 2022].
- [21] Iin Apriliani, "Eudrilus eugeniae, si Cacing Tanah Penyelamat Lingkungan," *kompasiana*, Nov. 30, 2015. [Online]. Tersedia: <https://www.kompasiana.com/iinapriliani/565b9295529373830d1cbee0/eudrilus-eugeniae-si-cacing-tanah-penyelamat-lingkungan> [Diakses: May 13 Mei 2022].
- [22] 123dok.com, "The Evaluation of Earthworm (Pheretima sp) Enrichment on The Chemical Composition and Ovarian Development of Female Pacific White Shrimp (Litopenaeus vannamei) Broodstock.," 123dok.com, 2022. [Online]. Tersedia: <https://123dok.com/document/rz3wj88q-evaluation-earthworm-pheretima-enrichment-composition-development-litopenaeus-broodstock.html> [Diakses: May 13 Mei 2022].
- [23] "BIOLOGI CACING RAMBUT," *Zona_ik@n*, Nov. 25, 2009. [Online]. Tersedia: <https://zonaikan.wordpress.com/2009/11/25/biologi-cacing-rambut-tubifex-sp/> [Diakses: May 13 Mei 2022].
- [24] Derwin Mahardika, "Perbedaan NodeMCU, Wemos, dan ESP8266 Wifi Module untuk Perangkat IoT Mikrokontroler," *TEKNODIKA.com*, Apr. 24, 2020. [Online]. Tersedia: <https://www.teknodika.com/2020/04/perbedaan-nodemcu-wemos-dan-esp8266.html> [Diakses: May 13 Mei 2022].
- [25] Theplantbot.com, "Best 5V arduino water pumps," *Theplantbot.com*, 2019. [Online]. Tersedia: <https://theplantbot.com/arduino-water-pump/> [Diakses: May 13 Mei 2022].
- [26] Fabric-Technology, "Relay Module 5v 2 channel Modul Relay 2 chanel / Modul Relay 2 chanel," *Tokepedia*, 2021. [Online]. Tersedia: <https://www.tokopedia.com/fabric-tech/relay-module-5v-2-channel-modul-relay-2-chanel-modul-relay-2-chanel> [Diakses: May 13 Mei 2022].
- [27] HEZEID, "1pc Breadboard 830Point Solderless Electric PCB Bread Board MB-102 Test Develop," HEZEID, 2022. [Online]. Tersedia: https://www.hezeidco.com/index.php?main_page=product_info&products_id=37974 [Diakses: May 13 Mei 2022].
- [28] Alibaba.com, "Robotlinking DHT11 Mode Sensor Suhu dan Kelembaban dengan LED dan Kabel," *alibaba.com*, 2019. [Online]. Tersedia: <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/Robotlinking-DHT11-Temperature-And-Humidity-Sensor-62495592753.html> [Diakses: May 13 Mei 2022].
- [29] Rony Setiawan, "Flowchart Adalah: Fungsi, Jenis, Simbol, dan Contohnya," *dicoding*, Apr. 08, 2021. [Online]. Tersedia: <https://www.dicoding.com/blog/flowchart-adalah/> [Diakses: May 13 Mei 2022].
- [30] YOLANDA, "CARA KERJA DAN PERAWATAN BATERAI PADA KN. KUMBA," *AMNI Perpust. Semarang*, 2019.
-

-
- [31] Syafrudin, "PERANCANGAN SISTEM PENYIRAMAN OTOMATIS TANAMAN BAWANG MERAH DENGAN METODE FUZZY SUGENO BERBASIS ARDUINO UNO," Skripsi, UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG, Malang, 2019.
- [32] W. A. Kurniawan, "JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG, Malang, 2020.
- [33] "Battery." [Online]. Tersedia: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS3B08Usl1NzrXWNHp2w1E3iHcBrXt7yDbigA&usqp=CAU> [Diakses: May 13 Mei 2022].
- [34] Dickson Kho, "Pengertian Sensor dan Jenis-jenis Sensor," Teknik Elektronika, 2020. [Online]. Tersedia: <https://teknikelektronika.com/pengertian-sensor-jenis-jenis-sensor/> [Diakses: May 13 Mei 2022].