

IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS (IOT) UNTUK PENGAWASAN DAN PENYIRAMAN OTOMATIS PADA BUDIDAYA CACING TANAH DENGAN PROTOKOL MQTT

(Implementation of Internet of Thing for Monitoring and Automatic Watering in Earth Worm Cultivation with MQTT Protocol)

Jamhur Ghifari, I Gde Putu Wirarama Wedashwara W.* , Ahmad Zafrullah Mardiansyah

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Mataram

Jl. Majapahit 62, Mataram, Lombok NTB, INDONESIA

Email: ghizmo.ghifari@gmail.com, [wirarama, zaf]@unram.ac.id

*Penulis Korespondensi

Abstract

The earthworm (*Lumbricus rubellus*) has a special value that made it the material for cosmetics and medicine, the special value of the earth worm made it a cultivable animal. With IoT that can be implemented on every field, so was made a design of tool that will help the cultivator to keep and treat the living media of the worm. Using soil moisture sensor is the best choice because the main factor of earth worm life is the soil moisture. The ideal moisture for worm to live is 15%, with 5v submarine pump is enough to keep the soil in the best condition. Blynk application is support the development of IoT cause the apps is easy to use with lots of features and with the website that use fast and less energy MQTT protocol that suitable to developing IoT with limited resource and energy.

Keywords: *Lumbricus rubellus*, Internet of Things, Soil Moisture Sensor, MQTT, BLYNK

1. PENDAHULUAN

Cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) termasuk makhluk hidup yang mudah dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Cacing yang biasanya hanya dijadikan umpan pancing ternyata menyimpan banyak manfaat bagi manusia, cacing juga bermanfaat untuk lingkungan sekitarnya contohnya sebagai penyubur tanah, meningkatkan daya serap permukaan tanah dan sebagai pengurai limbah organik. Cacing dapat berguna sebagai pakan ikan dan ternak lainnya, dalam hal yang lebih jauh cacing dapat digunakan sebagai bahan dasar untuk produk kosmetika dan obat[1]. Cacing tanah merupakan sumber protein tinggi dengan kadar sekitar 76%, kadar ini lebih tinggi dari pada daging mamalia yang hanya mengandung 65% dan ikan yang hanya mengandung 50%, selain itu mengandung komponen lain seperti karbohidrat 17%, lemak 45% dan abu 1,5%[2].

Budidaya cacing tanah merupakan salah satu cara untuk memperbanyak dan meningkatkan laju pertumbuhan, jumlah dan reproduksi cacing tanah. Cacing tanah dibudidayakan untuk memenuhi permintaan masyarakat atau industri terhadap cacing tanah. Jenis cacing tanah yang sangat berpotensi untuk

dibudidayakan adalah jenis *Lumbricus Rubellus*[3]. Namun dalam proses budidayanya, proses perawatan dan pengawasan dilakukan secara manual dengan melihat secara kasat mata atau menggunakan alat pengukur kelembaban khusus yang didasari pengalaman dari pembudidaya untuk pengawasan terhadap media hidup cacingnya. Perawatan seperti penyiraman untuk menjaga kelembaban agar cacing tidak mati karena kelembaban tanah yang rendah atau kering cukup menyita waktu para pembudidaya karena masih dilakukan secara manual sehingga pembudidaya harus selalu melakukan pengecekan secara berkala setiap beberapa waktu.

IoT (*Internet of Things*) merupakan metode yang digunakan dengan memanfaatkan internet untuk melakukan transfer dan pemrosesan data secara nirkabel, virtual dan outonom. Pemanfaatan IoT sendiri telah masuk ke dalam berbagai bidang seperti pendidikan, telekomunikasi, pertanian, perkebunan, dan lain sebagainya[4].

Teknologi informasi dapat dimanfaatkan untuk membantu memonitor lahan pertanian dan perkebunan secara otomatis, dengan menggunakan sistem *monitoring* berbasis IoT yang bekerja secara otomatis maka pekerjaan yang dilakukan akan semakin

terbantu karena perangkat akan terus memantau keadaan lahan lalu melakukan penyiraman secara otomatis dan juga sistem dari alat tersebut tidak melakukan kesalahan terhadap pengawasan keadaan lahan[5]. Dengan kemampuan dari IoT yang telah dipaparkan dan dengan dipadukan dengan protokol MQTT (*Message Queuing Telemetry Transfer*) dengan spesialisasi pengiriman data rendah daya yang cocok untuk mendukung peralatan IoT maka teknologi ini cocok untuk diterapkan dalam bidang budidaya seperti budidaya cacing, karena dapat membantu pembudidaya memonitor kelembaban tanah sebagai media hidup dari cacing tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

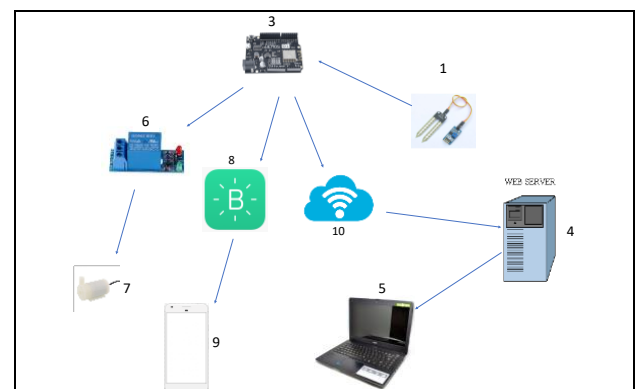
Penelitian tentang Perancangan Alat Pengendali Suhu dan Kelembaban Pada Budidaya Cacing *Lumbricus Rubellus* Menggunakan Metode ANFIS (*Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*) oleh Kristanto pada tahun 2017. Peneliti membuat rancangan sistem monitoring suhu dan kelembaban, mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Due, dengan sensor DS18B20 sebagai pembaca suhu dan *Soil Moisture Sensor* untuk membaca kelembaban tanah sebagai media hidup dari cacing tanah. Pada penelitian Kristanto yaitu Implementasi IoT Pada Budidaya Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*) memiliki persamaan pada penggunaan *soil moisture sensor* untuk membaca kelembaban tanah dan cacing dengan spesies (*Lumbricus Rubellus*) sebagai cacing yang diteliti media hidupnya. Untuk perbedaan sendiri pada penelitian ini menggunakan Arduino Uno Due untuk *microcontroller* dan untuk penelitian ini, hasil dari pengamatan hanya ditampilkan pada LCD tidak menggunakan *website* khusus sebagai penampil dan tidak adanya sistem untuk memberikan notifikasi kepada pembudidaya melalui *handphone*[2].

Penelitian selanjutnya adalah Sistem Monitoring Tanaman Hortikultura Pertanian di Kabupaten Indramayu Berbasis *Internet of Things*, pada penelitian tersebut peneliti menggunakan *Arduino board* sebagai kontrolernya lalu sensor yang digunakan adalah sensor DHT11, *Soil moisture*, pH meter, dan level air. Penelitian tersebut dilakukan untuk melakukan pengawasan pada tanaman hortikultura seperti cabai dan bawang, persamaan terdapat pada beberapa sensor yang digunakan *soil moisture sensor* sebagai pembaca keadaan tanah sebagai data yang akan diolah, sedangkan perbedaannya terdapat pada objek penelitiannya yaitu tanaman hortikultura yaitu cabai dan bawang, penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan karena adanya kemiripan konsep dalam

pengumpulan data dengan *soil moisture sensor* yang juga digunakan untuk memantau keadaan tanah pada media hidup cacing, selain itu kesamaan juga terdapat pada protokol pengiriman data yang digunakan yaitu MQTT sehingga dapat digunakan sebagai contoh untuk penelitian “Implementasi *Internet of Things* (IoT) Untuk Pengawasan Dan Penyiraman Otomatis Pada Budidaya Cacing Tanah Dengan Protokol MQTT” [3].

Selain penelitian yang telah dipaparkan, telah dilakukan juga penelitian oleh Lutfiyana dkk yang berjudul Rancang Bangun Alat Ukur Suhu Tanah, Kelembaban Tanah, dan Resistansi bahwa kelembaban tanah itu dinamis. Kelembaban tanah berasal dari air yang mengisi Sebagian atau seluruh pori-pori tanah dan tersimpan di dalam tanah. Kelembaban tanah bersifat dinamis atau berubah-ubah dipengaruhi oleh tingkat penguapan[6]. Kelembaban tanah berefek langsung pada kehidupan yang ada didalam tanah, seperti biji, mikroba tanah dan juga cacing tanah yang sangat bergantung pada kelembaban.

3. METODE PERANCANGAN



Gambar 1 Arsitektur Sistem

Pada Gambar 1 merupakan arsitektur dari “Implementasi *Internet of Things* (IoT) Untuk Pengawasan Dan Penyiraman Otomatis Pada Budidaya Cacing Tanah Dengan Protokol MQTT” yang akan dibuat pada penelitian ini. Untuk masing-masing proses yang terdapat pada Gambar 1 dijelaskan sebagai berikut:

1. *Soil moisture sensor* bekerja sebagai pengukur tingkat kelembaban tanah, hasil yang ditangkap dari sensor ini akan digunakan sebagai acuan untuk melakukan penyiraman dengan melihat apakah tanah sebagai media hidup dari cacing tersebut membutuhkan tindakan penyiraman atau tidak.
2. Wemos sebagai pengontrol dari perangkat, setelah mendapat data dari sensor Wemos akan memeriksa

apakah data tersebut menjadi pemicu dari kondisi tertentu atau tidak, lalu data tersebut dikirim dan disimpan ke *web server*.

3. *Web server* akan menampung data yang dikirim dari Wemos dan akan ditampilkan pada laman *web*.
4. Laptop digunakan untuk membuka laman *web* pengawasan akan mengambil data yang ada pada *web server* untuk ditampilkan.
5. *Relay* akan menerima perintah dari Wemos untuk membuka atau menutup *solenoid*.
6. *Solenoid valve* akan merespon perintah dari Wemos melalui *relay* untuk menutup atau membuka aliran air untuk penyiraman sebagai langkah untuk menjaga kelembaban optimal media hidup cacing.
7. Blynk akan memberikan notifikasi pada *handphone* pembudidaya dan menampilkan status dari sensor secara *realtime*.
8. *Smartphone* digunakan untuk menjalankan aplikasi Blynk.
9. Koneksi internet digunakan untuk menghubungkan Wemos dan *server* untuk melakukan pengiriman data melalui *broker* MQTT dari Wemos sebagai *publisher* ke *server* sebagai *subscriber*.

3.1. Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*)

Lumbricus rubellus merupakan salah satu dari beberapa spesies cacing tanah. Cacing jenis ini biasanya dimanfaatkan sebagai penghasil pupuk organik, pakan ternak, obat, bahan kosmetika dan bahan makanan manusia. Dari berbagai manfaatnya maka cacing *Lumbricus rubellus* mulai dilirik untuk dibudidayakan.

Cacing tanah *Lumbricus rubellus* bersifat hermafrodit atau biseksual, satu individu memiliki dua alat kelamin dalam satu tubuh. Cacing *Lumbricus rubellus* berkembang biak di daerah subtropis. Cacing ini berkembang biak lebih unggul dari cacing tanah jenis lainnya, cacing tanah jenis lain menghasilkan 20-40 kokon, sedangkan *Lumbricus rubellus* dapat menghasilkan 106 kokon pertahun[4].

TABEL I Kondisi ideal tanah

Kondisi Media Hidup Cacing Tanah	
Kelembaban (%)	15% - 30%



Gambar 2. Cacing Tanah

3.2. Wemos

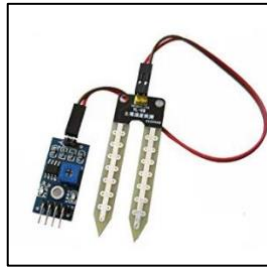
Wemos digunakan sebagai mikrokontroler yang memproses logika dan data yang kemudian keluarannya digunakan untuk menggerakkan pompa air. Pada Wemos telah ada modul WiFi didalamnya, sehingga selain berfungsi sebagai pengontrol, Wemos juga berfungsi sebagai pengirim data melalui WiFi. Mikrokontroler Wemos adalah sebuah Mikrokontroler pengembangan berbasis modul mikrokontroler ESP 8266 yang memiliki kemampuannya untuk menyediakan fasilitas konektivitas Wifi dengan mudah serta memori yang digunakan sangat besar yaitu 4 MB. Pada Mikrokontroler Wemos memiliki 2 buah *chipset* yang digunakan sebagai otak kerja *platform* tersebut yaitu *chipset* ESP8266 sebagai modul penghubung dengan jaringan Wifi dan *chipset* CH340 [5][7].



Gambar 3. Wemos

3.3. Soil Moisture Sensor

Sensor kelembaban tanah atau dalam istilah bahasa Inggris *soil moisture sensor* adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi intensitas air di dalam tanah atau kelembaban (*moisture*). Sensor ini terdiri dari dua lempengan konduktor yang sangat sensitif terhadap muatan listrik dalam suatu media. Kedua lempengan yang terdapat pada ujung sensor tersebut merupakan media menghantarkan tegangan analog berupa tegangan listrik yang nilainya relatif kecil berkisar antara 3,3-5 volt. Tegangan tersebut akan diubah menjadi tegangan digital untuk diproses lebih lanjut oleh sistem[8].



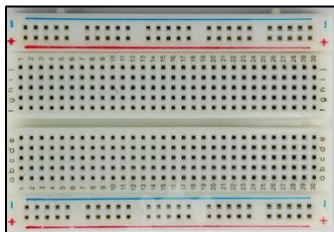
Gambar 4. Soil moisture sensor

3.4. Protokol MQTT

Protokol MQTT (*Message Queuing Telemetry Transfer*) adalah protocol yang berjalan di atas protocol TCP/IP. MQTT menggunakan metode *publish/subscribe* sebagai metode komunikasi, metode tersebut adalah cara bertukar data dimana pengirim data disebut *Publisher* dan penerima disebut dengan *Subscriber*. MQTT adalah protocol yang bersifat *light weight message* karena data pesan yang dikirimkan memiliki *header* berukuran kecil sehingga menghemat penggunaan *bandwidth* dan daya pengiriman[9].

3.5. Breadboard

Breadboard merupakan konstruksi dasar sebuah sirkuit elektronik dan prototipe dari suatu rangkaian elektronik. *Breadboard* banyak digunakan untuk membuat rangkaian komponen karena pada saat pembuatan prototipe tidak perlu melakukan proses menyolder karena *breadboard* bersifat *solderless*. Jadi *breadboard* sangat cocok pada tahap proses pembuatan prototipe karena akan sangat membantu berkreasi dalam desain sirkuit elektronika.



Gambar 5. Breadboard

3.6. Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah skenario dari suatu objek yang dapat melakukan suatu pengiriman data/informasi melalui jaringan tanpa campur tangan manusia. Teknologi IoT telah berkembang dari konvergensi *micro-electromechanical systems*

(MEMS), dan Internet pada jaringan nirkabel. Sedangkan "*A Things*" dapat didefinisikan sebagai subjek seperti orang dengan implant jantung, hewan peternakan dengan *transponder chip* dan lain-lain. IoT sangat erat hubungannya dengan komunikasi mesin dengan mesin (M2M) tanpa campur tangan manusia ataupun komputer yang lebih dikenal dengan istilah cerdas (*smart*)[10].

3.7. Relay

Relay dibutuhkan dalam rangkaian elektronika sebagai eksekutor sekaligus penghubung antara beban dan sistem kendali elektronik yang berbeda sistem pemasok tenaga, *relay* dikendalikan dengan arus karena *relay* berisi kumparan tegangan rendah yang dililitkan pada sebuah inti. *Relay* bertindak sebagai saklar atau penghubung dan pemutus aliran dari sebuah rangkaian[11].

3.8. Pompa

Pompa air digunakan untuk memindahkan air dari tempat penampungan ke selang penyiraman. Pompa air yang digunakan adalah pompa air celup yang disimpan di dalam tempat penampungan air. Hal ini dilakukan dengan menyedot air dari bagian bawah pompa dengan putaran turbin dan mengalirkannya ke sisi keluar pompa [12].



Gambar 5. Submarine pump

3.9. Blynk

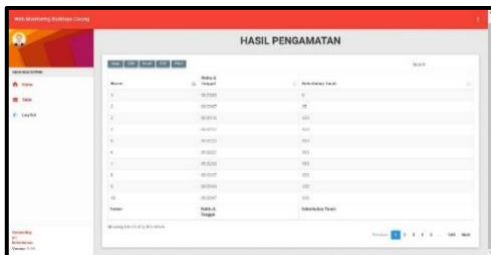
Blynk adalah platform yang memungkinkan anda membangun antarmuka dari IOS ataupun Android, pengguna hanya perlu mengunduh aplikasi ini langsung dari internet dan aplikasi siap digunakan dan dikonfigurasi sesuai kebutuhan dari proyek yang sedang dikerjakan. Aplikasi ini adalah aplikasi yang bertujuan untuk menghemat waktu dan sumberdaya karena tidak diperlukan *coding* dan tersedia *widget* yang dapat dipilih dan digunakan secara *drag and drop* sesuai dengan sensor yang digunakan dan data yang akan ditampilkan. Blynk adalah aplikasi yang berguna

untuk membuat remot control untuk perangkat Arduino atau ESP8266 dengan mudah dan cepat. Selama perangkat IoT terhubung dengan internet maka Blynk yang telah dihubungkan dapat menampilkan data atau bertindak sebagai remot control secara *realtime*[13].

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Realisasi Website Pengawasan Blynk

4.1.1. Halaman Tabel



Gambar 6 Halaman Tabel

Gambar 6 adalah realisasi dari fitur utama dari website pengawasan yaitu table yang menyimpan data selama alat dan website aktif. Data yang tersimpan akan ditampilkan dengan grafik pada halaman utama. Data yang terkumpul dapat di-export kedalam beberapa jenis berkas atau langsung dicetak.

4.1.2. Halaman Hasil Pengamatan



Gambar 7 Halaman Pengamatan

Gambar 7 adalah visualisasi data dari data yang terkumpul. Data ditampilkan bersama waktu dan tanggal data dikirim. Grafik ini bertujuan untuk membantu memahami data, selain grafik pada halaman ini juga terdapat sebuah *widget* yang menampilkan data terakhir atau terbaru.

4.2. Pengujian Sistem

4.2.1. Pengujian Perangkat Keras

Pengujian perangkat keras pada “Implementasi *Internet of Things* (IoT) Untuk Pengawasan dan Penyiraman Otomatis Pada Budidaya Cacing Tanah Dengan Protokol MQTT” dilakukan untuk membaca dan menanggapi perubahan terhadap media hidup cacing untuk menjaga media hidup cacing tanah selalu pada kondisi optimum.

4.2.2. Pengujian Soil Moisture Sensor

Pengujian *soil moisture sensor* dilakukan dengan menempatkan sensor kedalam media hidup cacing tanah, dalam hal ini sensor ditancapkan ke tanah untuk membaca tingkat kelembaban tanah dan memberikan data ke Wemos untuk mengambil keputusan sesuai dengan data yang didapat dari sensor.



Gambar 8 Pengujian Soil Moisture Sensor

Soil moisture sensor diuji dengan membandingkan hasil bacaan sensor dengan hasil perhitungan manual pada empat buah wadah berisi tanah dengan tingkat kelembaban yang berbeda. Kelembaban tanah dihitung manual dengan rumus berikut :

$$MA = MTB - MTK \dots\dots\dots(1)$$

$$KT = \frac{MA}{MTK} \times 100 = \dots \% \dots\dots\dots(2)$$

Dari persamaan di atas didapatkan nilai kelembaban tanah yang akan dibandingkan dengan nilai bacaan sensor untuk dilihat tingkat error dari bacaan sensor dan kelembaban tanah yang

sebenarnya. Nilai error dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\%error = \frac{|(\text{nilai terbaca}) - (\text{nilai sebenarnya})|}{(\text{nilai terbaca})} \times 100\%$$

TABEL II Pengujian *soil moisture sensor*

Wadah	Nilai Terbaca	Nilai Sebenarnya	Error (%)
A	0 %	0 %	0 %
B	23 %	21 %	8.69 %
C	70 %	66 %	6.06 %
D	13 %	11 %	12.15%

Dari hasil pengukuran ketepatan bacaan sensor didapatkan hasil ketepatan yang berbeda-beda untuk setiap wadah dengan mengesampingkan kondisi didalam wadah dan kemungkinan adanya air yang mengalir atau hal lainnya yang tidak terlihat didalam tanah.

4.2.3. Pengujian Relay

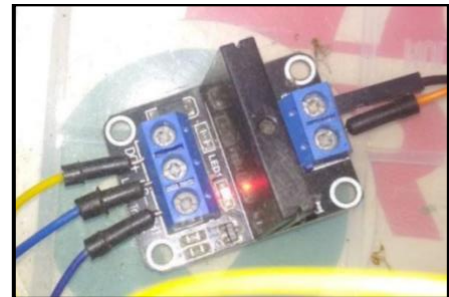
Pengujian *relay* dilakukan dengan melihat reaksi *relay* saat kondisi media hidup cacing memasuki kondisi kering dan butuh dilakukan penyiraman maka *relay* harus berubah dari kondisi *default* yaitu kondisi terbuka ke kondisi tertutup dan sebaliknya jika tanah sudah cukup basah maka kondisi *relay* akan berubah dari kondisi hidup ke kondisi terbuka. Hasil pengujian *relay* dapat dilihat pada tabel 3

TABEL III Tabel pengujian relay

Input	Kondisi Relay	Kondisi Rangkaian
High	Off	Terbuka
Low	On	Tertutup

Pengujian relay dilihat dari lampu indikasi yang berada pada relay, lampu akan menyala jika relay mendapat daya dan akan menghubungkan atau menutup rangkaian sehingga daya akan mengalir dan sebaliknya jika lampu relay mati berarti relay dalam kondisi terbuka dan daya pada rangkaian tidak akan mengalir. Status terbuka atau tertutupnya relay diberikan dari sinyal yang dikirimkan oleh wemos sesuai kondisi yang ditetapkan. Relay menyala saat sinyal yang diberikan low, karena relay yang digunakan

memiliki default state yaitu normally close atau saat tidak diberikan daya relay akan masuk pada kondisi menutup rangkaian. Sehingga dengan diberikan daya atau sinyal HIGH maka relay akan membuka atau memutus jaringan sehingga daya tidak mengalir dan mematikan pompa.



Gambar 9 Pengujian Relay

4.2.4. Pompa

Pengujian pompa dilakukan dengan melihat kemampuan pompa memindahkan air dari tempat penampungan air ke selang penyiram dan reaksi pompa saat relay menyala pompa langsung menyala dan saat relay mati pompa juga mati.

TABEL IV Pengujian Pompa

Input	Kondisi Relay	Kondisi Pompa
High	On	Menyala
Low	Off	Mati

Pompa menyala saat mendapat aliran listrik dari Wemos saat relay menyala sehingga rangkaian listrik menutup sehingga daya dari wemos dapat mengalir dan membuat pompa menyala. Pompa yang dibenamkan kedalam penampungan air menyedot air dan mengalirkan air ke pipa penyiram. Pompa akan tetap menyala selama aliran daya tidak terputus oleh relay yang bertugas sebagai penghubung rangkaian daya pada pompa.



Gambar 10 Pengujian Pompa

4.3. Pengujian Sistem Web dan Blynk

Proses pengujian web pengamatan dilakukan dengan metode pengujian black box. Pengujian dilakukan dengan melihat kemampuan web dari fungsian hasil keluaran dari fitur yang telah dikembangkan.

4.3.1. Pengujian Halaman Pengamatan

Halaman pengamatan adalah halaman yang berfungsi untuk melihat keadaan dari media hidup cacing tanah dan menampilkan data sehingga lebih mudah dibaca dan dipahami. Halaman pengamatan memiliki dua fitur yaitu grafik penampil data dan sebuah widget yang berguna untuk menampilkan data terakhir atau terbaru dari grafik tersebut.

TABEL V Pengujian Halaman Pengamatan

Fitur	Hasil pengujian	Kesimpulan
Grafik	Berhasil	Valid
Widget Kelembaban	Berhasil	Valid

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap halaman pengamatan dengan hasil seperti yang tertera pada table dapat diambil kesimpulan bahwa halaman pengamatan sudah berjalan dengan baik.

4.3.2. Pengujian Halaman Tabel

Halaman tabel adalah halaman yang berguna menampilkan data dari basis data dalam bentuk table berurut. Tabel ini menampilkan data kelembaban, waktu data tersebut diambil dan nomer urutan data.

TABEL VI Pengujian Halaman Tabel

Fitur	Hasil pengujian	Kesimpulan
Menampilkan data	Berhasil	Valid
Export data	Berhasil	Valid

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan untuk halaman tabel, dapat diambil hasil seperti yang ditampilkan pada tabel VI dan dapat diambil kesimpulan bahwa halaman tabel dapat bekerja sesuai dengan fungsi dan tujuannya.

4.3.3. Pengujian Protokol MQTT

Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat kelancaran transfer data dari alat ke broker MQTT dan ke web apakah sudah berjalan sesuai yang direncanakan. Berikut adalah hasil pengujian koneksi pada halaman pengamatan.

Tabel VI Pengujian Protokol MWTT

Skenario Pengujian	Hasil pengujian	Kesimpulan
Koneksi antara <i>publisher (broker)</i> dan <i>subscriber (web)</i>	Berhasil	Valid

Berdasarkan hasil pengujian protokol MQTT selama web online dan alat menyala, koneksi antara web dan broker MQTT selalu terhubung dan data selalu sampai ditandakan dengan tanda "Connected" pada bagian pojok kiri bawah halaman.

4.3.4. Pengujian Aplikasi Blynk

Pengujian aplikasi Blynk dilakukan untuk melihat kemampuan aplikasi Blynk untuk menerima data dari alat secara langsung dan menampilkan data dalam dua bentuk data yaitu grafik batang dan Gauge (meteran).

TABEL VII Pengujian Aplikasi Blynk

Fitur	Hasil pengujian	Kesimpulan
Grafik batang	Berhasil	Valid
Gauge (meteran)	Berhasil	Valid

Berdasarkan hasil dari pengujian aplikasi Blynk didapatkan hasil sesuai dengan yang terpapar dalam tabel VII Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa aplikasi Blynk telah berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diartikan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Penggunaan *soil moisture sensor* telah mencukupi untuk menjadi pengumpul data yang berguna untuk menjaga tanah sebagai media hidup cacing dalam kondisi optimal dengan kondisi kelembaban diatas 15%.
2. Penggunaa aplikasi Blynk merupakan alternatif yang lebih efisien dari segi guna dan biaya dalam pembangunan sebuah sistem pengawasan berbasis IoT karena Blynk adalah aplikasi siap pakai dengan beragam fitur yang bisa disesuaikan dengan kebutuhan peralatan IoT yang sedang dikembangkan.
3. Penggunaan pompa celup 5v adalah pilihan tepat untuk budidaya cacing dengan tempat penampungan berupa wadah-wadah kecil berisi tanah dengan dimensi 51×41×13 cm, karena debit air yang disalurkan tidak terlalu deras sehingga tidak merusak tanah dan membanjiri tempat pengampungan tanah dan cacing.
4. Berdasarkan *black box testing* sistem web yang dibangun telah dapat menyimpan data keseluruhan proses pengawasan hasil dari pembacaan sensor, lalu menampilkan data dalam bentuk visual berupa grafik dan sebuah widget data kelembaban terbaru dengan melakukan hubungan dengan broker MQTT yaitu "broker.hivemq.com".

5.2. Saran

Saran-saran yang penulis berikan apabila penelitian ini akan dikembangkan kembali antara lain sebagai berikut.

1. Membuat sistem monitoring dalam berbasis website dan mampu memperlihatkan data terus menerus dan memperbarui data yang ditampilkan secara otomatis.
2. Memanfaatkan fitur lain dari aplikasi Blynk yang lebih *advance* dalam pembangunan sistem yang berskala lebih besar.

3. Menerapkan sistem yang telah dibangun pada budidaya cacing dengan skala yang lebih besar, sehingga data yang diperoleh dapat digunakan untuk analisis yang lebih detail.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dapat diberikan kepada penyandang dana penelitian dan orang yang memberikan kontribusi ilmiah pada penelitian namun bukan merupakan penulis artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. S. H., Ir. Rahmat Rukmana, MBA, *Budidaya cacing tanah* (, no. 0274. Yogyakarta: PENERBIT KANISIUS, 1999.
- [2] A. KRISTIANTO, "Perancangan Alat Pengendali Suhu dan Kelembaban pada Budidaya Cacing *Lumbricus Rubellus* Menggunakan Metode ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System)," *Univ. Muhammadiyah Malang*, no. 201210130311144, p. 2018, 2017.
- [3] W. P. Putra, E. Ismantohadi, M. Qomarrudin, T. Informatika, P. Negeri, and I. Pendahuluan, "Sistem Monitoring Tanaman Hortikultura Pertanian," *J. Teknol. dan Inf. UNIKOM*, vol. 9, no. 1, pp. 45–54, 2019.
- [4] R. Palungkun, *Sukses Beternak Cacing Tanah Lumbricus rubellus*, Juni 1999. Penebar Swadaya, 2009.
- [5] D. Z. Harfi, P. Pangaribuan, and Estananto, "Monitoring Dan Pengendali Kelembaban Dan Suhu Tanah Pada Tanaman Cabai Di Wadah Menggunakan Fuzzy Logic," *e-Proceeding Eng.*, vol. 5, no. 3, pp. 3942–3949, 2018.
- [6] Lutfiyana, "Rancang Bangun Alat Ukur Suhu Tanah, Kelembaban Tanah, dan Resistansi," *J. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 80–86, 2017, doi: 10.15294/jte.v9i2.11087.
- [7] P. R. Hanif, T. Tursina, and M. A. Irwansyah, "Prototipe Jam Sholat Qomatron Dengan Konsep Internet of Things (IoT) Menggunakan Wemos D1 Mini Berbasis Web," *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 6, no. 3, p. 117, 2018, doi: 10.26418/justin.v6i3.26698.
- [8] V. R. Juniardy, "Prototype alat penyemprot air otomatis pada kebun pembibitan sawit berbasis sensor kelembaban dan mikrokontroler AVR ATMEGA8," *Coding Sist. Komput.*, vol. 02, no. 3, pp. 1–10, 2014.
- [9] Z. Mindriawan, "Implementasi Internet of Things Pada Sistem Monitoring Suhu dan Kontrol Air Pada Kandang Burung Puyuh Petelur dengan

- Menggunakan Protokol MQTT,” *Universitas Mataram Repository*. pp. 1–8, 2018, [Online]. Available: <http://eprints.unram.ac.id/11498/>.
- [10] R. Aziz and . K., “Uji Performansi Kontrol Suhu dan Kelembaban Menggunakan Variasi Kontrol Digital dan Kontrol Scheduling untuk Pengawetan Buah dan Sayuran,” *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, p. 215, 2015, doi: 10.25077/jnte.v4n2.166.2015.
- [11] J. W. Nam, J. G. Joung, Y. S. Ahn, and B. T. Zhang, “PENGEMBANGAN SISTEM RELAY PENGENDALIAN DAN PENGHEMATAN PEMAKAIAN LAMPU BERBASIS MOBILE,” *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 3005, no. November, pp. 73–83, 2004, doi: 10.1007/978-3-540-24653-4_8.
- [12] A. Zain, “Rancang Bangun Sistem Proteksi Kebakaran Menggunakan Smoke dan Heat Detector,” *INTEK J. Penelit.*, vol. 3, no. 1, p. 36, 2016, doi: 10.31963/intek.v3i1.25.
- [13] H. Shull, “SISTEM PENGAMANAN PINTU RUMAH BERBASIS Internet Of Things (IoT) Dengan ESP8266,” *Science (80-.)*, vol. 195, no. 4279, p. 639, 1977, doi: 10.1126/science.195.4279.639.