

Penerapan *Internet of Things* untuk Penyiraman dan Pemupukan Tanaman Selada Merah Pada Metode Tanam Vertikultur menggunakan Bot Telegram

Silvy Amalia Santy Yohara¹, Ardhi Wijayanto², Abdul Aziz³
^{1,2,3}S1 Informatika, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains Data
Universitas Sebelas Maret

^{1,2,3}Jl. Ir Sutami N0.36, Kec. Jebres, Surakarta, 5712, Indonesia
Email Author : silvyamalia@student.uns.ac.id¹, ardhi.wijayanto@staff.uns.ac.id²,
aaziz@staff.uns.ac.id³

Abstract—Indonesia as an agricultural country with the majority of the population as farmers, faces the challenge of narrowing land due to the times with building construction and land clearing. In an effort to overcome this narrow area, the Verticulture method was used, where planting was carried out in stages or vertically. This method is suitable for growing vegetables, medicinal plants and ornamental plants, including red lettuce which has high economic value and is rich in nutrition. However, routine plant maintenance, such as watering and fertilizing, is often forgotten due to the busyness of plant owners. To overcome this problem, IoT technology is used with the Wemos D1 R2 Board as a substitute for Arduino, YL-69 sensors, water pumps, and Telegram Bots as a liaison with users. Testing of the IoT prototype system shows the success of the YL-69 sensor in reading soil moisture data and detecting the state of the planting medium. Water pumps and fertilizer pumps can function according to a predetermined humidity value and time. The water pump is successfully started according to the predetermined soil moisture value, which is more than 13000 and successfully turns off when the soil moisture value is less than 11500. The fertilizer pump is also successfully started according to the time determined using the RTC DS3231, namely on Wednesday at 08.00 and turns off after 1 minute.

Keywords—*internet of things, telegram bot, red lettuce, verticulture*

Intisari—Indonesia sebagai negara agraris dengan sebagian besar penduduknya sebagai petani, menghadapi tantangan penyempitan lahan karena perkembangan zaman dengan pembangunan gedung dan pembukaan lahan. Dalam upaya mengatasi lahan sempit tersebut digunakan metode Vertikultur digunakan, dimana penanaman dilakukan secara bertingkat atau vertikal. Metode ini cocok untuk menanam sayuran, tanaman obat, dan tanaman hias, termasuk selada merah yang memiliki nilai ekonomis tinggi, dan kaya akan gizi. Namun, perawatan tanaman secara rutin, seperti penyiraman dan pemupukan, seringkali terlupakan karena kesibukan pemilik tanaman. Untuk mengatasi masalah ini, teknologi IoT

dimanfaatkan dengan Board Wemos D1 R2 sebagai pengganti Arduino, sensor YL-69, pompa air, dan Bot Telegram sebagai penghubung dengan pengguna. Pengujian sistem prototipe IoT menunjukkan keberhasilan sensor YL-69 dalam membaca data kelembaban tanah dan mendeteksi keadaan media tanam. Pompa air dan pompa pupuk dapat berfungsi sesuai dengan nilai kelembaban dan waktu yang telah ditentukan. Pompa air berhasil menyala sesuai dengan nilai kelembaban tanah yang telah ditentukan yaitu lebih dari 13000 dan berhasil mati saat nilai kelembaban tanah kurang dari 11500. Pompa pupuk juga berhasil menyala sesuai dengan waktu yang telah ditentukan menggunakan RTC DS3231 yaitu pada hari Rabu pukul 08.00 dan mati setelah 1 menit.

Kata kunci—*internet of things*, bot telegram, selada merah, vertikultur

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris yang sebagian penduduknya bermata pencaharian sebagai petani. Namun, perkembangan zaman beriringan dengan adanya pembangunan - pembangunan gedung serta pembukaan lahan mengakibatkan penyempitan lahan yang digunakan untuk bercocok tanam. Salah satu upaya budidaya tanaman dengan memanfaatkan lahan sempit adalah metode Vertikultur. Metode ini memanfaatkan lahan sempit atau padat penduduk dengan cara penanaman dilakukan secara bertingkat atau vertikal. Penggunaan metode vertikultur juga dinilai lebih efisien karena penanaman tanaman dapat dilakukan di tempat yang tertutup sehingga dapat menghemat penyiraman air karena penguapan air yang sedikit.

Jenis tanaman yang biasa ditanam dengan metode vertikultur adalah sayuran, tanaman obat, bahkan tanaman hias. Salah satu tanaman yang cocok ditanam menggunakan metode ini adalah selada merah. Selada merah merupakan komoditi yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Selain itu, selada merah juga kaya akan gizi, seperti antioksidan, serat, dan zat-zat lain yang baik untuk tubuh. [1]. Namun, perlu diperhatikan bahwa selada merah juga membutuhkan perawatan agar tetap tumbuh dengan baik dan subur.

Perawatan tanaman yang penting dan tidak boleh dilupakan dalam

budidaya tanaman adalah penyiraman secara rutin dan pemupukan secara berkala. Namun, kesibukan dan kegiatan para pemilik tanaman terkadang membuat mereka lupa atau bahkan tidak memiliki waktu untuk merawat tanaman [2].

Oleh karena itu diperlukan peran pengganti dengan memanfaatkan perkembangan teknologi di bidang IoT atau *Internet of Things*. Pemanfaatan teknologi IoT menggunakan *board* di bidang pertanian berupa alat penyiram dan pemupukan otomatis guna memenuhi kebutuhan air dan nutrisi pada tanaman yang dapat mempermudah manusia dalam merawat tanaman. Kadar air dan nutrisi yang cukup bagi tanaman akan meningkatkan produksi pada budidaya tanaman. Dengan adanya IoT, terutama di bidang elektronika memungkinkan suatu sistem untuk dapat menggantikan peran manusia dalam melakukan suatu pekerjaan. Salah satu rangkaian elektronika yang dapat digunakan untuk mengontrol program adalah *microcontroller* [3].

Pada penelitian ini menggunakan sebuah *microcontroller* bernama *Board Wemos D1 R2*. Penggunaan *Board Wemos D1 R2* karena sudah dapat terhubung dengan jaringan WiFi. Selain itu, *Board Wemos D1 R2* ini dapat dikontrol menggunakan *Arduino IDE*. Selanjutnya juga digunakan *sensor soil moisture* untuk mengukur tingkat kelembaban tanah, pompa air untuk.

mengalirkan air ke tanaman, serta sebagai perantara komunikasi dengan internet dan berinteraksi dengan telegram sebagai penghubung antara alat IoT yang telah dibuat dengan pengguna. Pemilihan menggunakan bot telegram karena pengembangannya yang mudah dan kemudahan dalam penggunaan oleh pengguna.

Penelitian ini akan dilakukan sebuah percobaan untuk membuat sebuah prototype sistem penyiraman dan pemupukan otomatis pada tanaman selada merah menggunakan media tanam vertikultur yang dapat menampilkan dan mengolah data sensor kelembaban tanah yang telah dihubungkan ke Wemos D1 R2. Kemudian dari data yang telah didapatkan, sistem akan menentukan aksi yang dilakukan seperti melakukan penyiraman sesuai data sensor yang didapat atau melakukan pemupukan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan menggunakan RTC DS3231. Data dari sensor akan ditampilkan pada platform web dan juga dapat diakses melalui bot telegram.

II. DASAR TEORI

2.1 *Internet of Things*

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep yang memanfaatkan data yang telah dikumpulkan oleh sensor dan aktuator pada mesin dalam hubungan jaringan, perangkat, dan sistem cerdas. Sistem kerja dari IoT ialah memanfaatkan perintah-perintah pada sebuah bahasa pemrograman dimana setiap perintah tersebut menghasilkan suatu interaksi otomatis antar mesin yang terhubung [4]. IoT disusun dari beberapa komponen, yaitu *embedded devices*, sensor, aktuator, konektivitas, dan pemrosesan data dan analitik [5].

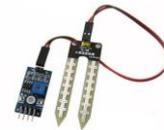
a. *Embedded Devices*

Embedded Devices adalah objek fisik yang dilengkapi dengan sensor, prosesor, dan perangkat keras komunikasi yang memungkinkannya terhubung ke

perangkat dan sistem lain. Perangkat ini dirancang untuk menjalankan fungsi tertentu dan sering diintegrasikan ke dalam sistem atau produk yang lebih besar [5].

b. Sensor

Sensor merupakan suatu perangkat yang terdiri dari transmisi energi atau transduser yang dapat mengubah suatu bentuk fisik menjadi sinyal listrik [6].



Gambar 1 Sensor kelembaban tanah YL-69

Salah satu contoh sensor adalah *Sensor soil moisture* yang merupakan sebuah sensor yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelembaban pada tanaman. Prinsip kerja dari sensor ini adalah dengan memberikan *output* berupa besaran listrik dari air yang berada di antara lempeng kapasitor pada sensor. Sensor ini dapat menghantarkan arus melalui tanah dan membaca resistensi kelembaban tanah dengan menggunakan dua probe yang dimiliki [2].

c. Aktuator

Aktuator adalah komponen IoT yang bertanggung jawab untuk mengubah sinyal digital menjadi tindakan fisik. Dengan kata lain, aktuator adalah perangkat yang menerima sinyal dari sensor atau prosesor pusat dan menggunakannya untuk mengontrol proses atau sistem fisik. Contoh aktuator yaitu relay, pompa, katup, dan lain sebagainya [5].

d. Konektivitas

Konektivitas adalah komponen kunci dari sistem IoT yang memungkinkan perangkat berkomunikasi satu sama lain melalui internet. Ada banyak jenis teknologi konektivitas yang dapat digunakan dalam sistem IoT, termasuk Wi-Fi, Bluetooth, jaringan

seluler, komunikasi satelit, dan jaringan area luas berdaya rendah (LPWAN) [5].

e. Pemrosesan dan Analitik

Pemrosesan dan analitik data adalah komponen penting dari *Internet of Things* (IoT) yang melibatkan pengumpulan, penyimpanan, analisis, dan interpretasi data yang dihasilkan oleh perangkat IoT. Sistem IoT menghasilkan data dalam jumlah besar, seringkali dalam waktu nyata, yang dapat digunakan untuk mendapatkan wawasan tentang kinerja perangkat, sistem, dan proses. Pemrosesan data melibatkan pengumpulan dan penyimpanan data yang nantinya dapat diakses untuk analisis. Analitik melibatkan penggunaan alat dan teknik seperti pembelajaran mesin, penambangan data, dan analisis statistik untuk mengidentifikasi pola dan anomali dalam data [5].

2.2 Chat Bot

Chat bot merupakan sebuah program komputer yang dirancang untuk mensimulasikan percakapan dengan pengguna manusia melalui internet. *Chat bot* memberikan penghematan yang signifikan dalam pengoperasian departemen layanan pelanggan dan dapat menjadi platform-independen dan langsung tersedia untuk pengguna tanpa memerlukan instalasi [7]. Salah satu contoh *chat bot* yang banyak digunakan adalah bot telegram. Telegram merupakan sebuah aplikasi *multi platform* yang digunakan untuk mengirim pesan. Telegram memiliki sebuah aplikasi pihak ketiga yang berjalan di dalamnya, yang disebut dengan Bot. Dengan menggunakan Bot Telegram, pengembang dapat melakukan berbagai hal di Telegram, seperti menyesuaikan notifikasi, membangun layanan sosial, membuat sebuah *tools* khusus, menerima pembayaran dari pengguna Telegram lain, terintegrasi dengan layanan lain, bahkan membuat sebuah permainan [8].

2.3 Metode Tanam Vertikultur

Metode tanam vertikultur berasal dari kata “*vertical*” dan “*culture*” yang artinya metode pertanian yang dibangun secara bertingkat atau vertikal. Metode tanam ini dapat memanfaatkan lahan sempit untuk karena tidak membutuhkan ruang yang besar untuk pembangunannya. Meskipun memanfaatkan lahan yang sempit, metode tanam dengan menggunakan teknik vertikultur dapat menghasilkan tanaman yang berkualitas dan bermutu tinggi [9].

2.4 Quality of Service (QoS)

QoS merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mengukur sebuah kinerja dari jaringan serta mengetahui karakteristik dan sifat dari suatu *service*. Parameter dari *Quality of Service* ini yaitu *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter*.

a. *Throughput*

Merupakan sejumlah data yang dapat dikirimkan dalam satu waktu. *Throughput* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Throughput} = \frac{\text{jumlah data}}{\text{lama waktu pengiriman}}$$

b. *Packet Loss*

Packet loss merupakan suatu kondisi dimana paket gagal dalam pengiriman. Pengecekan *packet loss* dapat dilakukan dengan menggunakan aplikasi *wireshark* dengan menggunakan sebuah filter yaitu “*tcp.analysis.lost_segment&&http*”.

c. *Delay*

Delay merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data dari sumber ke tujuan. Untuk menghitung *delay*, digunakan rumus berikut:

$$\text{Delay} = \frac{\text{total delay}}{\text{total packet yang diterima}}$$

d. *Jitter*

Jitter atau biasa disebut dengan variasi *delay* diperoleh dari nilai *delay* antar paket saat komunikasi paket data. Untuk menghitung nilai *jitter* dapat menggunakan persamaan berikut:

$$jitter \text{ rata - rata} = \frac{\text{total variasi delay}}{\text{total packet yang diterima} - 1}$$

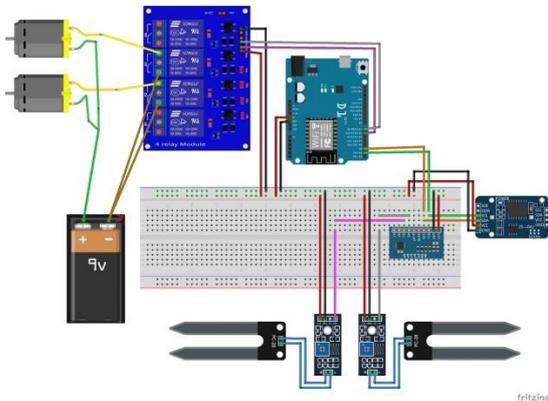
3 METODOLOGI

3.1 Studi Pustaka

Tahap studi pustaka ialah melakukan pengumpulan informasi yang akan berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan guna mendukung teori serta mendapatkan metode yang tepat digunakan untuk penelitian ini.

3.2 Rancangan Prototipe

Perancangan sistem merupakan tahap untuk merancang sebuah sistem IoT secara keseluruhan. Dalam tahap ini terdapat perancangan arsitektur jaringan serta rangkaian alat-alat yang digunakan.



Gambar 2 rangkaian sensor dan aktuator

Perangkat yang digunakan yaitu :

1. Wemos D1 R2
2. Sensor YL-69
3. Module Relay
4. Pompa air DC
5. *Analog to digital converter*

3.3 Pengembangan Prototipe dan Sistem

Pembangunan dan pengembangan sistem penyiraman dan pemupukan tanaman selada merah pada media tanam vertikultur berbasis IoT dilakukan pada tahap pengembangan prototipe dan sistem. Pada penelitian ini akan dikembangkan sebuah bot telegram yang akan digunakan untuk mengirimkan notifikasi atau pemberitahuan dari sistem yang telah dibangun.

3.4 Pengujian Alat

Pengujian yang dilakukan adalah dengan menguji kinerja dari perancangan alat dan komponen sistem penyiraman dan pemupukan otomatis. Tahap pengujian bertujuan untuk mengetahui apakah setiap komponen pada sistem dapat berjalan sesuai dengan fungsinya dengan baik. Pengujian dilakukan dengan menguji akurasi sensor dan kinerja otomatisasi aktuator sesuai dengan kondisi yang diberikan. Sensor YL-69 diuji dengan mencelupkan sensor ke dalam air, mencelupkan sensor ke media tanam, dan tidak memberikan aksi pada sensor yaitu sensor dalam keadaan kering.

3.5 Evaluasi dan Analisis Akhir

Tahapan ini merupakan tahap evaluasi dan analisis akhir dari hasil pengujian yang telah dilakukan. Data - data yang telah didapat dari hasil pengujian akan ditarik sebuah kesimpulan. Pada tahap ini akan diketahui apakah sistem yang telah dibuat berjalan dengan baik, memiliki akurasi pembacaan sensor yang bagus, dan apakah aktuator dapat bekerja sesuai perintah yang dijalankan.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Studi Pustaka

Dari studi literatur yang dilakukan, didapatkan hasil berikut:

- a. Kelembaban tanah ideal untuk pertumbuhan tanaman selada merah adalah 80-100%
- b. Pemberian pupuk untuk selada merah dilakukan dilakukan pada hari Rabu pukul 08.00

4.2 Rancangan Prototipe

Media tanam vertikultur dibuat menggunakan dua buah pipa masing - masing berukuran 4 inchi dan tinggi 1 meter. Kemudian dibuat lima lubang pada masing - masing pipa untuk tanaman selada merah dengan ukuran diameter lubang 6 cm. Pipa kemudian disusun atas dan bawah.



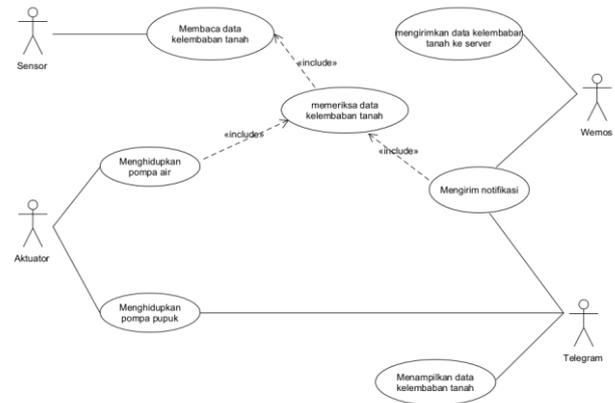
Gambar 3 implementasi rancangan media tanam

Tahap selanjutnya ialah merancang sistem IoT yang terdiri dari perangkat Wemos D1 R2, sensor, dan aktuator. Sensor beserta relay yang digunakan akan dipasangkan pada pin GPIO Wemos D1 R2 yang sudah tersedia.

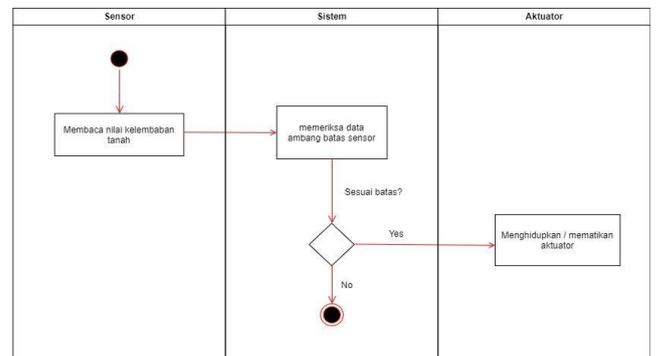
4.3 Pengembangan Prototipe dan Sistem

Tahap pengembangan prototipe dan sistem ini berdasarkan pada aturan *SDLC* atau *Software Development Life Cycle*

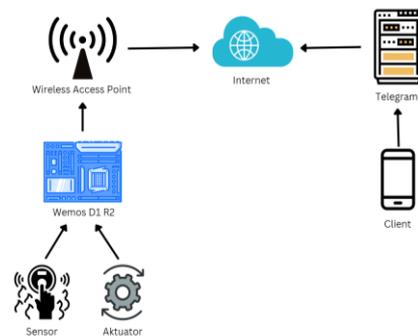
menggunakan metode *waterfall* yang terdiri dari tahap *planning*, *analysis*, *design*, dan *implementation*.



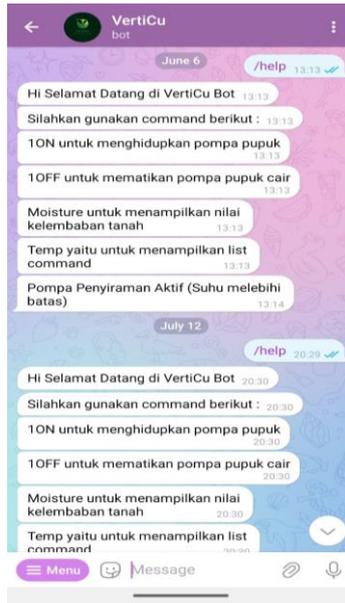
Gambar 4 use case diagram sistem otomatisasi



Gambar 5 activity diagram memeriksa sensor YL-69



Gambar 6 Architectural design sistem prototype



Gambar 7 Implementasi *command* pada telegram

4.4 Pengujian Alat

4.4.1 Pengujian Prototipe

a. Pengujian Sensor YL-69

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor YL-69

Sensor dimasukkan dalam air	Sensor kering tanpa air	Sensor dimasukkan ke media tanam
11225	24521	22539

b. Pengujian Otomatisasi Penyiraman dengan YL-69

Tabel 2 Pengujian Otomatisasi Penyiraman dengan YL-69

No	Sensor YL-69	Relay	Pompa Air
1	11228	Tidak Aktif	Tidak melakukan penyiraman
2	12089	Tidak Aktif	Tidak melakukan penyiraman
3	14032	Aktif	Melakukan penyiraman
4	15982	Aktif	Melakukan penyiraman
5	16402	Aktif	Melakukan penyiraman

c. Pengujian Otomatisasi Pemupukan

Tabel 3 Pengujian Otomatisasi Pemupukan

No.	Hari	Jam	Relay	Pompa Pupuk
1	Selasa	08.00	Tidak Aktif	Tidak memupuk
2	Rabu	08.00	Aktif	Memupuk
3	Rabu	08.03	Tidak Aktif	Tidak Memupuk
4	Rabu	11.00	Tidak Aktif	Tidak Memupuk
5	Kamis	08.00	Tidak Aktif	Tidak Memupuk

4.4.2 Pengujian Performasi Kualitas Layanan

a. *Throughput*

Perhitungan *throughput* menggunakan data dengan satuan *bytes* pada bagian *displayed* sebagai sejumlah data http yang diterima dan *Time span* pada bagian *displayed* sebagai lama waktu pengiriman. Setelah dilakukan pengoperasian, hasil perhitungan kemudian dikalikan 8 agar dapat mengubah dari satuan Bytes menjadi bit. Dari persamaan 1, maka diperoleh perhitungan *throughput* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Throughput} &= \frac{6878}{134,054} \\ &= 51,30768 \text{ bytes} \times 8 \end{aligned}$$

$$= 410,4614 \text{ bps}$$

b. *Packet Loss*

Pegujian *packet loss* dilakukan dengan melakukan *filtering* menggunakan filter “*tcp.analysis.lost_segment&&http*”.

Pengujian *packet loss* didapatkan data yang tidak terkirim adalah 0% yang berarti tidak ada paket yang gagal dikirim.

c. *Delay*

Menghitung nilai rata – rata *delay* pada data yang di dapat :

$$\begin{aligned} \text{Rata – rata delay} &= \frac{358,680}{4336} \\ &= 0,082721 \text{ sec} \\ &= 82,721 \text{ milisecond} \end{aligned}$$

d. *Jitter*

Menghitung *jitter* rata – rata dapat dilakukan dengan menghitung total variasi *delay*. Total variasi *delay* didapat dengan menghitung selisih antara *delay* 1 dan *delay* 2 dan seterusnya sampai *delay* ke-n. Ketika sudah dilakukan perhitungan pada semua baris, kemudian dijumlahkan dan menghasilkan total variasi *delay*. Perhitungan *jitter* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{jitter rata – rata} &= \frac{0,188383}{4336 - 1} \\ &= 0,0000434 \end{aligned}$$

4.5 Evaluasi dan Analisis Akhir

e. Pengujian pembacaan data dengan sensor YL-69

Hasil pengujian sensor YL-69 menunjukkan perubahan nilai saat dilakukan pengujian dimasukkan ke dalam air, dimasukkan ke dalam media tanam, dan tidak dimasukkan dalam media tanam maupun air

f. Pengujian otomatisasi penyiraman dengan YL-69

Pompa air akan hidup saat nilai yang dibaca oleh sensor bernilai lebih dari 13000

dan akan mati saat nilai yang terbaca oleh sensor bernilai kurang dari 11500.

g. Pengujian otomatisasi pemupukan

Pada hari Rabu pukul 08.00 pompa pupuk akan hidup dan mengalirkan pupuk cair ke tanah, sementara itu apabila waktu menunjukkan selain hari Rabu pukul 08.00 pompa tidak akan hidup dan mengalirkan pupuk cair.

5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan *Internet of Things* pada penyiraman dan pemupukan tanaman dengan media tanam vertikultur menggunakan bot telegram berhasil dibuat dan bekerja dengan baik sesuai dengan kondisi yang telah ditentukan. Pengujian sistem prototipe IoT, sensor YL-69 dapat membaca data kelembaban tanah. Sensor juga dapat mendeteksi keadaan media tanam dalam keadaan kering, normal, dan basah sesuai dengan sampel yang telah dibuat. Pompa air berhasil menyala sesuai dengan nilai kelembaban tanah yang telah ditentukan yaitu lebih dari 13000 dan berhasil mati saat nilai kelembaban tanah kurang dari 11500. Pompa pupuk juga berhasil menyala sesuai dengan waktu yang telah ditentukan menggunakan RTC DS3231 yaitu pada hari Rabu pukul 08.00 dan mati setelah 1 menit.

Pada pengujian performa kualitas layanan, didapatkan hasil 410,4614 *bit* untuk perhitungan *Throughput*, nilai 0% pada pengujian *packet loss*, nilai 82,721 *milisecond* untuk pengujian *delay*, dan nilai sebesar 0,0000434 pada pengujian *Jitter*. Semua pengujian performa kualitas layanan termasuk dalam kategori sangat baik sesuai dengan standarisasi TIPHON, jadi dapat disimpulkan bahwa penggunaan Wemos D1 R2 sebagai *microcontroller* dapat berjalan dengan optimal.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah penambahan parameter cahaya dengan menggunakan sensor yang dapat membaca kadar cahaya agar intensitas cahaya yang dibutuhkan tanaman lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. D. Duaja. “Pengaruh bahan dan dosis kompos cair terhadap pertumbuhan selada (*lactuca sativa* sp.)”, 1, 10-18. 2012 ISSN 2302-6472
- [2] V. S. Windyadari and P. A. Bagindo. Seminar nasional sains, teknologi, dan sosial humaniora UIT. “Rancang bangun alat penyiraman dan pemupukan tanaman secara otomatis dengan sistem monitoring berbasis internet of things”. 2019
- [3] D. M. Utari, B. Marhaenanto, and S. Wahyuningsih, “Rancang Bangun Alat Penyiram Otomatis Pada Budidaya Tanaman Secara Vertikultur Menggunakan Arduino,” *Berk. Ilm. Pertan.*, vol. 2, no. 3, p. 87, 2019, doi: 10.19184/bip.v2i3.16273.
- [4] Y. Setiawan, H. Tanudjaja, and S. Octaviani, “Penggunaan Internet of Things (IoT) untuk Pemantauan dan Pengendalian Sistem Hidroponik,” *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 20, no. 2, p. 175, 2019, doi: 10.24912/tesla.v20i2.2994.
- [5] M. C. S. and S. N. K, “Internet of Things Challenges and Apportunities,” *Smart Sensors, Meas. Instrum.*, vol. 42, no. 3, pp. 287–307, 2015, doi: 10.1007/978-3-319-04223-7.
- [6] U. S. Shantamallu, A. Spanias, C. Tepedelenlioglu, and M. Stanley. “A brief survey of machine learning methods and their sensor and IoT applications. 2017 8th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Application”. IISA 2017, 2018-Janua, 1–8. 2018. <https://doi.org/10.1109/IISA.2017.8316459>
- [7] E. Adamopoulou and L. Moussiades, *An Overview of Chatbot Technology*, vol. 584 IFIP. Springer International Publishing, 2020.
- [8] Telegram. Telegram APIs. Diakses pada 15 November 2021, dari <https://core.telegram.org/>.
- [9] A. Hermawan, G. N. Oktaningrum, and S. Sudarwati. *Teknologi tepat guna untuk optimalisasi pekarangan*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, 2015