



Design of Automatic Pesticide Sprayers on Internet-Based Chilli Plants

Rancang Bangun Alat Penyemprot Pestisida Otomatis Pada Tanaman Cabai Berbasis (Internet of Things)

M. Azka Mujaddidin ¹⁾, Miftachul Ulum ²⁾, Diana Rahmawati ³⁾, Koko Joni ⁴⁾

^{1,2,3,4)}Electrical Engineering Study Program, Trunojoyo University Madura, Madura, Indonesia

¹⁾azka.moejaddidin@gmail.com

²⁾miftachul.ulum@trunojoyo.ac.id

³⁾diana.rahmawati@trunojoyo.ac.id

⁴⁾kokojonit@trunojoyo.ac.id

Abstract. *Chili (Capsicum annum L.) is one of the priority needs for consumption by the Indonesian people in general. With these factors, the soaring price of chilies can not be avoided anymore, one of the factors is the attack of pests and diseases of chili plants. Therefore it is necessary to take appropriate and quick action so that pests and diseases attack on chili plants do not spread widely. However, manual spraying has a weakness that is the time needed by farmers for longer, physical fatigue and exposure to pesticides can endanger the health of farmers in the short and long term. Therefore spraying pesticides electronically can be a solution to this problem. The testing process can be seen from the top of the leaves affected by the disease, then the results of this study can design a system for automatic spraying of pesticides based on the type of disease that attacks by using the Internet of Things and the wifi module ESP8266. The overall results of the trial can be concluded that in testing 10 trials determine the automatic spraying of pesticides 100% success indicator. And Quality of Service for sending value during the trial with index value 3 (satisfactory).*

Keywords: Internet of Things; Modul Wifi ESP8266; Automatic Pesticide Spraying; Quality of Service.

Abstrak. Cabai (*Capsicum annum L.*) merupakan salah satu kebutuhan yang menjadi prioritas untuk di konsumsi oleh masyarakat Indonesia pada umumnya. Dengan faktor tersebut maka semakin melonjaknya harga cabai tidak dapat dihindari lagi, salah satu yang menjadi faktornya adalah serangan hama dan penyakit pada tanaman cabai. Oleh karenanya itu perlu ada tindakan yang tepat dan cepat agar serangan hama dan penyakit pada tanaman cabai tidak menyebar luas. Namun, penyemprotan secara manual memiliki suatu kelemahan yakni waktu yang dibutuhkan petani lebih lama, kelelahan fisik dan paparan pestisida dapat membahayakan kesehatan para petani dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Oleh karena itu penyemprotan pestisida secara elektronika dapat menjadi solusi untuk permasalahan tersebut. Proses pengujian yang dilakukan dapat dilihat dari bagian atas daun yang terserang penyakit, lalu hasil dari penelitian ini dapat merancang sistem untuk melakukan penyemprotan pestisida otomatis berdasarkan jenis penyakit yang menyerang dengan menggunakan *Internet of Things* dan modul wifi ESP8266. Hasil uji coba keseluruhan dapat disimpulkan bahwa dalam pengujian 10 kali percobaan menentukan penyemprotan pestisida secara otomatis indikator keberhasilan 100%. Dan *Quality of Service* untuk pengiriman nilai selama percobaan dengan nilai indeks 3 (memuaskan).

Kata Kunci: Internet of Things; Modul Wifi ESP8266; Penyemprotan Pestisida Otomatis; Quality of Service.

PENDAHULUAN

Cabai (*Capsicum annum L.*) merupakan tanaman yang banyak tumbuh dan ditanam di Indonesia, karena nilai jual yang cukup tinggi dan permintaan yang tinggi untuk konsumsi rumah tangga dll [1]. Kebutuhan akan cabai terus meningkat, untuk setiap tahunnya sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk dan berkembangnya industri yang membutuhkan bahan baku cabai. Sama halnya dengan komoditas pertanian hortikultura lainnya, seringkali cabai mengalami fluktuasi harga bahkan cenderung mengalami penurunan dan kenaikan secara tajam. Selama tahun 2018 harga cabai mengalami fluktuasi, berdasarkan pada data Kementerian Perdagangan. Harga cabai meningkat tajam hingga 100% pada akhir tahun 2018 dibandingkan dengan awal tahun. Tingginya kenaikan harga cabai menjadi salahsatu pemicu kenaikan inflasi harga komoditas lainnya seperti beras dan listrik [1].

Salah satu faktor yang dapat menurunkan jumlah produktivitas cabai adalah penyakit pada tanaman cabai yang disebabkan oleh virus dan cendawan. Beberapa penyakit pada tanaman cabai diantaranya adalah rebah semai, layu bakteri, layu fusarium, daun keriting, daun bulai, dan antraknosa (farming.id). Sampai saat ini sebagian besar petani cabai di Indonesia masih melakukan penyemprotan pestisida atau fungisida secara manual, sehingga akan memberikan dampak negatif kepada kesehatan tubuh petani dalam jangka waktu pendek maupun panjang. Contoh dari dampak negatif jangka pendeknya adalah iritasi mata, iritasi kulit, sesak napas, pusing, sakit kepala, mual dan muntah. Sedangkan untuk dampak negatifnya dalam jangka panjang adalah gangguan reproduksi, gangguan kehamilan dan perkembangan janin, penyakit parkinson, resiko pubertas dini, hingga kanker.

Varietas Bhaskara merupakan jenis yang paling laris dipasaran, karena rasa pedas yang kuat. Vitamin C pada cabai berfungsi sebagai imun tubuh dari penyebab kanker dan secara khusus mampu meningkatkan daya serap tubuh terhadap kalsium zat besi dari bahan makanan lain [2].

Hal tersebut sesuai dengan ajaran Islam bahwa Allah SWT menciptakan sesuatu di dunia ini pasti memiliki manfaat di baliknya. Dalam Al-Qur'an surat Al-A'raf ayat: " Lalu kami turunkan hujan di daerah tertentu, maka kami keluarkan dengan sebab hujan itu pelbagai macam buah-buahan." (Q.S. Al-A'raf 7:57).

Dari permasalahan diatas maka dibuatlah suatu alat penyemprot pestisida otomatis dengan bantuan *Internet of Things* dan modul wifi ESP8266 dengan tujuan dapat diimplementasikan pemerintah untuk memaksimalkan hasil pertanian tanaman cabai dan mempercepat waktu petani dalam hal pencegahan meluasnya serangan hama dan penyakit.

STUDI PUSTAKA

Modul Wifi ESP8266

ESP8266 adalah sebuah perangkat modul wifi yang memungkinkan agar perangkat arduino saling terhubung dan membuat koneksi TCP/IP. Wemos D1R2 wifi ESP8266 adalah modul wifi berbasis mikroprosesor pada arduino uno, itu artinya modul tersebut bekerja seperti arduino uno dan dapat di program melalui Arduino IDE [3]. Spesifikasi modul sapat dilihat pada Table I.

[Table 1 about here.]

Internet of Things

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep untuk mentransfer suatu data lewat jaringan internet tanpa memerlukan adanya interaksi dari manusia ke manusia ataupun manusia ke perangkat. Oleh karena itu mampu memperluas manfaat dari konektivitas internet, seperti berbagi data, *remote control*, dan lain sebagainya dalam dunia nyata. Contohnya bahan pangan, elektronik, kesehatan, keamanan, berbagai peralatan otomatis yang semuanya terhubung dalam jaringan lokal dan global melalui sensor yang tertanam dan selalu aktif. Cara kerja *Internet of Things* adalah harus memiliki IP Address lalu akan dikoneksikan ke internet.

Komponen dasar pada sistem *Internet of Things* :

- Hardware, memungkinkan kita dapat mengontrol perangkat elektronik.
- Pemrograman embedded, menggunakan bahasa c++ atau C.
- Keamanan, hal yang penting terutama saat monitoring dan logging
- Analisis dan prediksi data, karena data yang dikirim semakin bertambah, maka dibutuhkan kemampuan untuk menyimpan data dengan aman dalam jumlah besar, sehingga diperlukan kemampuan untuk memfilter data yang tidak kita inginkan.
- Integrasi konektivitas dan cloud.

Cabai

Cabai berasal dari dunia baru (Meksiko dan Amerika Tengah, serta wilayah Andes di Amerika Selatan). Sebelum menyebar kebelahan dunia lain, cabai terlebih dahulu menyebar ke Eropa melalui Spanyol dan dikenal sebagai *chili pepper*. Selanjutnya, cabai dikenal penduduk kawasan Eropa Tenggara (bagian timur dilaut tengah) sampai ke Portugal sebagaimana mereka mengenal tanaman rempah-rempah lain [4]. Bangsa Spanyol dan Portugis kemudian mengenal cabai ke wilayah jajahannya atau wilayah yang dikunjungi untuk melakukan kontak perdagangan rempah-rempah, seperti India, China, Korea, Jepang, Filipina, Malaka dan Indonesia. Tanaman ini masuk ke Indonesia diperkirakan pada abad ke-15 atau abad ke-16 [4].

Beberapa jenis cabai yang dikenal, *capsicum annum L.* adalah spesies yang paling banyak dibudidayakan. Tergan-

tung pada kultivarnya, cabai (*C. Annuum*) ada yang memiliki rasa pedas dan ada yang tidak. Spesies lain seperti *c. baccatum*, *c. chinense* dan *c. pubescens* tersebar di berbagai wilayah di Amerika Selatan. Sementara itu, *c. frutescens* (cabai rawit), yang merupakan tanaman tahunan, tersebar luas di wilayah Amerika tropis dan penyebarannya di Asia Tenggara [4].

Syarat tumbuh cabai yakni :

- a. Tanah, gembur dengan kemasaman (pH) 6-7
- b. Iklim, pembentukan buah tidak terjadi jika suhu <16° C atau >32° C

Jenis-jenis penyakit pada tanaman cabai :

- a. Layu fusarium
- b. Layu bakteri
- c. Antrak
- d. Bercak daun
- e. Bulai daun

Metode Fuzzy Tsukamoto

Secara umum bentuk model fuzzy tsukamoto adalah setiap konsekuensi pada aturan yang berbentuk IF-THEN harus dipresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat. Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot [5].

- a. Fuzzifikasi frekuensi penyakit

Fuzzifikasi frekuensi penyakit dapat dilihat pada Figure 1.

[Figure 1 about here.]

Fungsi keanggotaan :

$$u_{Rendah} = \begin{cases} 1 & x \leq 1 \\ \frac{3-x}{3-1} & 1 \leq x \leq 3 \\ 0 & x \geq 3 \end{cases} \quad [1]$$

$$u_{Sedang_1} = \begin{cases} 0 & x \leq 1 \vee x \geq 5 \\ \frac{x-1}{3-1} & 1 \leq x \leq 3 \\ \frac{5-x}{5-3} & 3 \leq x \leq 5 \end{cases} \quad [2]$$

$$u_{Sedang_2} = \begin{cases} 0 & x \leq 3 \vee x \geq 7 \\ \frac{x-3}{5-3} & 5 \leq x \leq 5 \\ \frac{7-x}{7-5} & 5 \leq x \leq 7 \end{cases} \quad [3]$$

$$u_{Sedang_3} = \begin{cases} 0 & x \leq 5 \vee x \geq 9 \\ \frac{x-5}{7-5} & 5 \leq x \leq 5 \\ \frac{9-x}{9-7} & 5 \leq x \leq 7 \end{cases} \quad [4]$$

$$u_{Tinggi} = \begin{cases} 0 & x \leq 7 \\ \frac{x-7}{9-7} & 7 \leq x \leq 9 \\ 1 & x \geq 9 \end{cases} \quad [5]$$

- b. Fuzzifikasi nyala semprot

Fuzzifikasi nyala semprot dapat dilihat pada Figure 2.

[Figure 2 about here.]

Fungsi keanggotaan :

$$u_{Nyala Rendah} = \begin{cases} 1 & x > 0 \\ 0 & x = 0 \end{cases} \quad [6]$$

$$u_{Nyala Tinggi} = \begin{cases} 2 & x > 0 \\ 0 & x = 0 \end{cases} \quad [7]$$

- c. Inferensi

Pada proses kali ini, ditentukan beberapa aturan yang akan digunakan untuk menarik kesimpulan. Berikut ini beberapa aturan yang ditentukan :

- [R1] if “frek rendah” and “level penyakit rendah” then nyala semprot “rendah”
- [R2] if “frek rendah” and “level penyakit tinggi” then nyala semprot “rendah”
- [R3] if “frek sedang1” and “level penyakit rendah” then nyala semprot “rendah”
- [R4] if “frek sedang1” and “level penyakit tinggi” then nyala semprot “rendah”
- [R5] if “frek sedang2” and “level penyakit rendah” then nyala semprot “rendah”
- [R6] if “frek sedang2” and “level penyakit tinggi” then nyala semprot “rendah”
- [R7] if “frek sedang3” and “level penyakit rendah” then nyala semprot “tinggi”
- [R8] if “frek sedang3” and “level penyakit tinggi” then nyala semprot “tinggi”
- [R9] if “frek tinggi” and “level penyakit rendah” then nyala semprot “tinggi”
- [R10] if “frek tinggi” and “level penyakit tinggi” then nyala semprot “tinggi”

Hasil dari perhitungan metode ini dilakukan dengan mencari nilai Z yang bergantung pada nilai-nilai α -predikat sebelumnya. Berikut ini persamaan mencari nilai Z :

$$Z = \frac{\alpha_{pred1} * Z1 + \alpha_{pred2} * Z2 + \alpha_{pred3} * Z3 + \dots}{\alpha_{pred} * 1 + \alpha_{pred} * 2 + \alpha_{pred} * 3 + \dots} \quad (8)$$

METODE PENELITIAN

Pada bab metode penelitian berisi tentang flowchart sistem dan desain alat yang akan digunakan dalam perancangan sistem terhadap permasalahan yang sedang diteliti.

- a. Flowchart sistem

[Figure 3 about here.]

Pada Figure 3 tahapan fuzzifikasi, melakukan input nilai bersifat pasti (crisp input) dikonversi ke bentuk fuzzy input, yang berupa nilai linguistik yang semantiknya berdasarkan fungsi keanggotaan. Pada tahapan ini yang menjadi crisp input adalah nilai dari setiap variabel input yang terdiri dari variabel frekuensi tanaman dan variabel level penyakit tanaman. Variabel frekuensi tanaman dibagi menjadi 5 himpunan fuzzy yaitu : rendah, sedang1, sedang2, sedang3, dan tinggi. Sedangkan variabel level penyakit tanaman dibagi menjadi 2 himpunan fuzzy yaitu : rendah dan tinggi. Sehingga dapat ditentukan apakah tanaman akan mendapatkan nyala semprot rendah atau nyala semprot tinggi.

b. Desain alat penyemprot pestisida otomatis

Desain alat penyemprot pestisida otomatis dapat dilihat pada Figure 4 dan Figure 5.

[Figure 4 about here.]

[Figure 5 about here.]

Untuk desain hardware menggunakan lima komponen utama yaitu :

- Alat penyemprot pestisida otomatis, yakni modul wifi ESP8266 dan modul relay.
- Water flowmeter, untuk mengatur volume pestisida dan air.
- Valve solenoid, untuk membuka atau menutup cairan yang mengalir
- Wadah mix, sebagai percampuran pestisida dan air.
- Besi penyangga, besi yang dirancang sedemikian rupa agar alat bekerja optimal.
- Selang $\frac{1}{2}$ "", mengalirkan cairan pestisida atau air.
- Pompa air 12V, mengalirkan pestisida dari wadah ke tanaman cabai yang berpenyakit.
- Cairan pestisida,
- Tanaman cabai
- Lapangan penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian modul ESP8266

Pada pengujian ESP8266, melakukan dengan memasukkan program perintah sederhana kedalam ESP8266 dengan menggunakan *software Arduino IDE*. Dan program yang baik dapat mengeksekusi dengan hasil yang baik. Tujuan melakukan pengujian untuk mengetahui bahwa komponen dalam kondisi baik atau terjadi kegagalan pada saat mengeksekusi program. Sehingga pada saat ESP8266 digunakan dapat berjalan dengan baik dan lancar. Berikut alat yang dibutuhkan pada pengujian, antara lain :

- a. PC (Personal Computer)/laptop
- b. ESP8266
- c. Kabel USB

d. Software Arduino IDE

Langkah-langkah pengujian ESP8266 sebagai berikut :

- a. Nyalakan laptop kemudian buka software Arduino IDE
- b. Setting Driver untuk serial port USB ESP8266
- c. Sambungkan ESP8266 pada laptop
- d. Setting board
- e. Kemudian upload source code pada sketch dan

tunggu hingga selesai

Setelah langkah-langkah tersebut dilakukan maka akan diketahui apakah proses upload program ada comment yang menunjukkan terjadi kegagalan atau tidak ada comment yang menunjukkan sambungan kabel USB dan program berjalan dengan baik. Seperti yang di tunjukan pada Figure 6.

[Figure 6 about here.]

Hasil pengujian water

Flowmeter Pada pengujian ini hasil dari sensor *flowmeter* yaitu mengukur aliran air dengan cara menghitung putaran sebuah kincir air. Dan didalam *flowmeter* terdapat rotor yang memiliki magnet dan ketika berputar akan menghasilkan medan magnet, kincir air yang berputar akan menghasilkan output berupa gelombang kotak untuk mendapatkan nilai debit dan volume air yang melewati *flowmeter* ini.

[Table 2 about here.]

[Table 3 about here.]

[Table 4 about here.]

[Table 5 about here.]

Dari pengukuran tabel Table II, Table III, Table IV, dan Table V diatas, diketahui nilai presentase pengukuran menggunakan sensor water flowmeter berdeda-beda pada pengujian volume pestisida atau volume air, hal ini disebabkan faktor tegangan arus listrik yang digunakan tidak stabil saat proses pengujian sensor.

Hasil Fuzzifikasi

Jika suatu tanaman cabai mempunyai nilai frekuensi tanaman 7 dengan level penyakit tanaman 2. Dari masalah ini nantinya akan diketahui semprot pestisida otomatis, apakah nyala rendah atau nyala tinggi?

- a. Pertama, hitung fungsi keanggotaan masing-masing variabel :

$\mu_{\text{Frek rendah}} : 0$ $\mu_{\text{Prosen rendah}} : 0$

$\mu_{\text{Frek sedang1}} : 0$ $\mu_{\text{Prosen tinggi}} : 0$

$\mu_{\text{Frek sedang2}} : 0$

$\mu_{\text{Frek sedang3}} : 1$

$\mu_{\text{Frek tinggi}} : 1$

- b. Kedua, terapkan aturan-aturan yang ada untuk menarik kesimpulan dimana akan diperoleh $\alpha_{\text{predikat1}}$ dan

nilai z : [R] if "frek rendah" and "level penyakit rendah" then nyala semprot "rendah"

$$\begin{aligned} \alpha_{predikat1} &= \mu_{Frek\ rendah} \cap \mu_{Level\ penyakit\ rendah} \\ &= \min(0; 0) = 0 \\ Z1 &= 0 \end{aligned}$$

[R2] if "frek rendah" and "level penyakit tinggi" then nyala semprot "rendah"

$$\begin{aligned} \alpha_{predikat2} &= \mu_{Frek\ rendah} \cap \mu_{Level\ penyakit\ tinggi} \\ &= \min(0; 1) = 0 \\ Z2 &= 0 \end{aligned}$$

[R3] if "frek sedang1" and "level penyakit rendah" then nyala semprot "rendah"

$$\begin{aligned} \alpha_{predikat3} &= \mu_{Frek\ sedang1} \cap \mu_{Level\ penyakit\ rendah} \\ &= \min(0; 0) = 0 \\ Z3 &= 0 \end{aligned}$$

[R4] if "frek sedang1" and "level penyakit tinggi" then nyala semprot "rendah"

$$\begin{aligned} \alpha_{predikat4} &= \mu_{Frek\ sedang1} \cap \mu_{Level\ penyakit\ tinggi} \\ &= \min(0; 1) = 0 \\ Z4 &= 0 \end{aligned}$$

[R5] if "frek sedang2" and "level penyakit rendah" then nyala semprot "rendah"

$$\begin{aligned} \alpha_{predikat5} &= \mu_{Frek\ sedang2} \cap \mu_{Level\ penyakit\ rendah} \\ &= \min(0; 0) = 0 \\ Z5 &= 0 \end{aligned}$$

[R6] if "frek sedang2" and "level penyakit tinggi" then nyala semprot "rendah"

$$\begin{aligned} \alpha_{predikat6} &= \mu_{Frek\ sedang2} \cap \mu_{Level\ penyakit\ tinggi} \\ &= \min(0; 1) = 0 \\ Z6 &= 0 \end{aligned}$$

[R7] if "frek sedang3" and "level penyakit sedang3" then nyala semprot "tinggi"

$$\begin{aligned} \alpha_{predikat7} &= \mu_{Frek\ sedang3} \cap \mu_{Level\ penyakit\ rendah} \\ &= \min(1; 0) = 0 \\ Z7 &= 0 \end{aligned}$$

[R8] if "frek sedang3" and "level penyakit sedang3" then nyala semprot "tinggi"

$$\begin{aligned} \alpha_{predikat8} &= \mu_{Frek\ sedang3} \cap \mu_{Level\ penyakit\ tinggi} \\ &= \min(1; 1) = 1 \\ Z8 &= 2 \end{aligned}$$

[R9] if "frek tinggi" and "level penyakit rendah" then nyala semprot "tinggi"

$$\begin{aligned} \alpha_{predikat9} &= \mu_{Frek\ tinggi} \cap \mu_{Level\ penyakit\ tinggi} \\ &= \min(1; 0) = 0 \\ Z9 &= 0 \end{aligned}$$

[R10] if "frek tinggi" and "level penyakit tinggi" then nyala semprot "tinggi"

$$\begin{aligned} \alpha_{predikat10} &= \mu_{Frek\ tinggi} \cap \mu_{Level\ penyakit\ tinggi} \\ &= \min(1; 1) = 1 \\ Z10 &= 2 \end{aligned}$$

c. Defuzzifikasi

Pada proses defuzzifikasi dari penerapan masalah yang diberikan diatas adalah dengan menentukan nilai Z dan diperoleh hasil fuzzynya, berikut ini perhitungannya :

$$\begin{aligned} Z &= \frac{\alpha_{pred1*Z1} + \alpha_{pred2*Z2} + \alpha_{pred3*Z3} + \dots + \alpha_{pred25*Z25}}{\alpha_{pred1} + \alpha_{pred2} + \alpha_{pred3} + \dots + \alpha_{pred25}} (?) \\ Z &= \frac{0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 2 + 0 + 2}{0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1 + 0 + 1} = \frac{4}{2} = 2 (?) \end{aligned}$$

Dari hasil defuzzifikasi, diperoleh nilai Z = 2, ini menunjukkan bahwa frekuensi tanaman 7 dan level penyakit tanaman 2, tersebut masuk ke dalam kategori nyala semprot tinggi.

[Table 6 about here.]

Dari perhitungan *fuzzy tsukamoto* pada Table VI, diketahui hasil perhitungan manual dan komputer dari 10 percobaan semuanya sesuai, artinya penggunaan *fuzzy tsukamoto* pada penelitian ini dapat bekerja secara optimal untuk mentukan nyala semprot pada tanaman cabai, ada 2 kondisi pada nyala semprot yakni nyala semprot rendah dengan nilai 1 (satu) dan nyala semprot tinggi dengan nilai 2 (dua). Pada percobaan 1 hasilnya adalah nyala semprot rendah, percobaan 2 hasilnya adalah nyala semprot tinggi, percobaan 3 hasilnya adalah nyala semprot rendah, percobaan 4 hasilnya adalah nyala semprot rendah, percobaan 5 hasilnya adalah nyala semprot rendah, percobaan 6 hasilnya adalah nyala semprot tinggi, percobaan 7 hasilnya adalah nyala semprot tinggi, percobaan 8 hasilnya adalah nyala semprot tinggi, percobaan 9 hasilnya adalah nyala semprot rendah, dan percobaan 10 hasilnya adalah nyala semprot rendah.

Hasil Quality of Service

Table VII pengumpulan data jaringan dilakukan pagi pukul 6.00 WIB, siang pukul 12.00 WIB, dan sore 16.00 WIB. Pengukuran ini dilakukan untuk mengecek respon jaringan serta menentukan waktu yang efektif untuk melakukan penyiraman pada tanaman cabai.

[Table 7 about here.]

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi dan pengujian hasil sistem yang telah dibuat dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Percobaan 10 kali yang telah kita lakukan dengan menggunakan metode *fuzzy tsukamoto* didapatkan hasilnya sesuai semuanya tidak ada perbedaan antara perhitungan manual maupun komputer, percobaan 1 (nyala rendah), percobaan 2 (nyala tinggi), percobaan 3 (nyala rendah), percobaan 4 (nyala rendah), percobaan 5 (nyala rendah), percobaan 6 (nyala tinggi), percobaan 7 (nyala tinggi), percobaan 8 (nyala tinggi), percobaan 9 (nyala rendah), dan percobaan 10 (nyala rendah).
2. ESP8266 merupakan sebuah perangkat tambahan agar dapat terhubung langsung dengan wifi maka dibutuhkan kualitas jaringan yang baik agar IOT bekerja dengan optimal dan kita menggunakan QoS (quality of service) dengan software wireshark. Total indeks penggunaan jaringan *tree* di kampus yaitu ms (bagus).

Saran

Dalam pengembangan berikutnya dari penelitian ini penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Untuk mekanik sebaiknya dengan pompa air 12v diganti dengan tekanan 100psi ke atas supaya saat menyemprot pestisida secara otomatis dapat menjangkau area lebih luas.
2. Saat menggunakan alat tersebut, pastikan sinyal internet baik supaya hasilnya lebih maksimal.

REFERENSI

- [1] S. B. Pusat, "Badan Pusat Statistik, Jawa Tengah in figure, (Semarang : BPS Jateng)," *Jawa Tengah in figure*.
- [2] S. Almastier, "Sunita Almastier, Prinsip Dasar Ilmu Gizi, (Jakarta : Gramedia Pustaka Umum), hlm. 187."
- [3] A. Faudin, "Faudin, Agung. 2018. Pengenalan tentang WEMOS D1 MINI. <https://bocahkampus.com/cara-menulis-daftar-pustaka>," 2018. [Online]. Available: <https://bocahkampus.com/cara-menulis-daftar-pustaka>
- [4] Zulkarnain, "Zulkarnain. 2013. Budidaya Sayuran Tropis. Jakarta : Bumi Aksara." 2013.
- [5] "Aplikasi Logika Fuzzy – Metode Tsukamoto," 2015. [Online]. Available: <https://logikapagi.wordpress.com/2015/11/15/27/>

Conflict of Interest Statement: The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright © 2020 Author [s]. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Received: 2020-03-13

Accepted: 2020-05-10

Published: 2020-06-20

DAFTAR TABEL

I	Spesifikasi modul wifi ESP8266.....	122
II	Pengujian pestisida volume 5ml.....	122
III	Pengujian pestisida volume 10 ml.....	122
IV	Pengujian volume air 1000ml.....	122
V	Pengujian volume air 2000ml.....	122
VI	Percobaan fuzzy tsukamoto.....	123
VII	Indeks nilai Qos.....	123

TABLE I. SPESIFIKASI MODUL WIFI ESP8266

Mikrokontroler	ESP8266ex
Operating Voltage	3,3V
Digital I/O Pins	11
Analog Input Pins	1
Clock speed	80MHz/160MHz
Flash	4M bytes
Length	68,6mm
width	53,4
weight	25g

TABLE II. PENGUJIAN PESTISIDA VOLUME 5ML

Percobaan	Pengukuran manual (ml)	Pengukuran sensor (ml)	Error	Persentase %
1	5	5	0	0
2	5	5	0	0
3	5	5	0	0
4	5	4	1	20
5	5	5	0	0
Total			1	20
Rata-rata			0,2	4

TABLE III. PENGUJIAN PESTISIDA VOLUME 10 ML

Percobaan	Pengukuran manual (ml)	Pengukuran sensor (ml)	Error	Persentase %
1	10	11	1	-10
2	10	10	0	0
3	10	10	0	0
4	10	10	0	0
5	10	10	0	0
Total			1	-10
Rata-rata			0,2	2

TABLE IV. PENGUJIAN VOLUME AIR 1000ML

Percobaan	Pengukuran manual (ml)	Pengukuran sensor (ml)	Error	Persentase
1	1000	970	20	3
2	1000	1000	0	0
Total			20	3
Rata-rata			10	1,5

TABLE V. PENGUJIAN VOLUME AIR 2000ML

Percobaan	Pengukuran manual (ml)	Pengukuran sensor (ml)	Error	Persentase
1	2000	1900	100	5
2	2000	2000	0	0
Total			100	5
Rata-rata			50	2,5

TABLE VI. PERCOBAAN FUZZY TSUKAMOTO

No.	Frekuensi	Level Penyakit Tanaman	Hasil		Keterangan
			Manual	Komputer	
1.	5	2	1	1	Sesuai
2.	7	2	2	2	Sesuai
3.	3	1	1	1	Sesuai
4.	1	2	1	1	Sesuai
5.	4	1	1	1	Sesuai
6.	9	2	2	2	Sesuai
7.	9	1	2	2	Sesuai
8.	8	1	2	2	Sesuai
9.	6	2	1	1	Sesuai
10.	2	2	1	1	Sesuai

TABLE VII. INDEKS NILAI QOS

Indeks Nilai <i>Quality of Service</i>				Rat a-rata	Ind eks	Kategori
Kampu s	Pagi	Siang	Sore			
<i>Throug hput</i>	0,111	2,322	249,77	84	3	Bagus
<i>Packet Loss</i>	0%	27%	0%	9%	2	Sedang
<i>Delay</i>	64 ms	19 ms	45 ms	42 ms	4	Sangat Bagus
<i>Jitter</i>	64 ms	20 ms	33 ms	39 ms	3	Bagus
Total					3	Memuaska n

DAFTAR GAMBAR

1	Fuzzifikasi frekuensi penyakit.....	125
2	Fuzzifikasi nyala semprot.....	125
3	Flowchart sistem	126
4	Desain alat	126
5	Desain keseluruhan penelitian.....	127
6	Proses Upload ke ESP8266	127

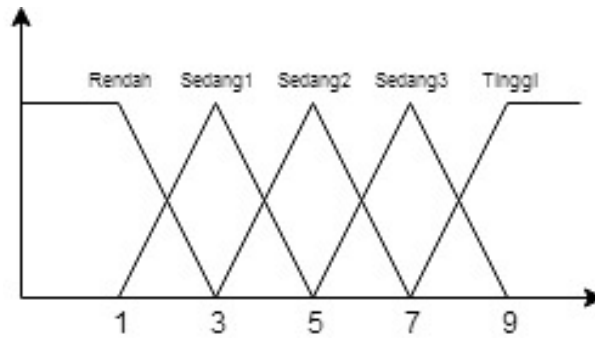


Figure 1. Fuzzifikasi frekuensi penyakit

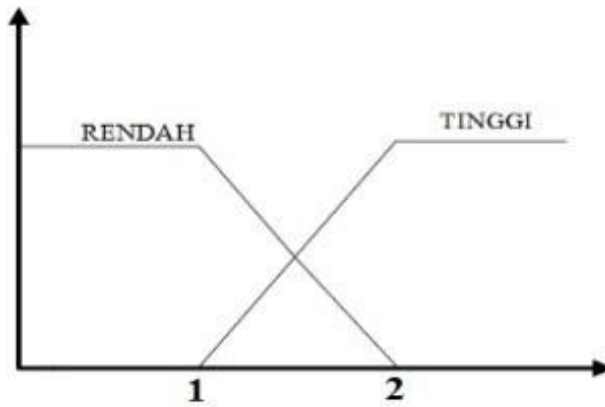


Figure 2. Fuzzifikasi nyala semprot

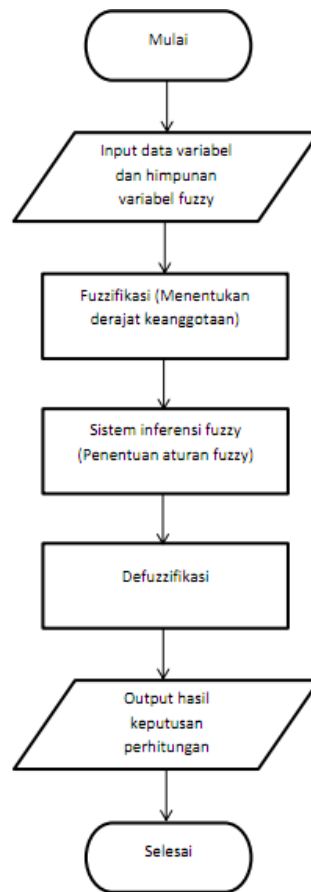


Figure 3. Flowchart sistem

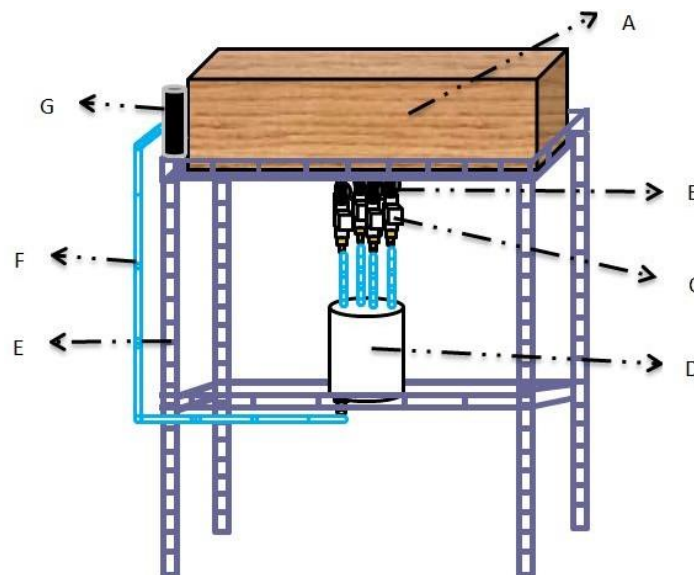


Figure 4. Desain alat

