

Sistem Kendali Pestisida Berdasarkan Luas Lahan Pada Tanaman (Studi Kasus : Tanaman Sawi)

Risny Sari Gumala*¹, Cucu Suhery², Suhardi³

^{1,2}Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Kota Pontianak; 0561-736033,739630,

³Jurusan Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura

e-mail: *risny@student.untan.ac.id, csuhery@siskom.untan.ac.id, suhardi@siskom.ac.id

Abstrak

Pestisida menjadi senyawa penting yang dibutuhkan para petani dalam mengendalikan hama yang menyerang tanaman. Namun, jika penggunaan dosis pestisida yang tidak tepat atau tidak sesuai dengan anjuran, maka dapat memberikan dampak negatif pada tanaman maupun lingkungan. Penggunaan luas lahan yang tidak tetap membuat kebutuhan dosis pestisida yang dibutuhkan juga tidak tetap. Cara umum petani menghitung kebutuhan dosis tersebut dengan menggunakan tutup botol kemasan pestisida, dengan cara perkiraan. Akibat dari pengukuran yang dilakukan secara perkiraan dapat berpotensi terjadinya kelebihan ataupun kekurangan dosis pestisida yang tidak sesuai dengan batas anjuran, hal ini dibuktikan dengan ditemukan sebesar 7 – 47 % sayuran segar mengandung residu pestisida. Penelitian ini menggunakan metode penggunaan dua waterflow sensor YF-S401 sebagai sensor utama dalam mengendalikan kebutuhan dosis pestisida yang meliputi volume pestisida murni dan volume air. Hasil penelitian ini menunjukkan tingkat akurasi waterflow sensor YF-S401 dalam mengendalikan kebutuhan volume pestisida murni sebesar 97,82%, dengan catatan minimal pestisida yang keluaran sistem sebesar 20 ml ke atas. Sementara akurasi waterflow sensor YF-S401 dalam mengendalikan kebutuhan volume air sebesar 98,9%. Dan akurasi keberhasilan sistem secara keseluruhan dalam mengendalikan dosis pestisida sesuai anjuran untuk penyemprotan tanaman sawi mencapai 97,47%.

Kata kunci — pestisida, waterflow sensor tipe YF-S401, luas lahan, tanaman sawi

Abstract

Pesticides have become essential compounds required by farmers to control pests attacking crops. However, improper or non-compliant use of pesticide doses can have negative impacts on both plants and the environment. The extensive and variable use of land also results in fluctuating pesticide dose requirements. Farmers commonly estimate the required dose using the cap of pesticide packaging. However, estimating measurements may potentially result in excess or insufficient pesticide doses exceeding recommended limits, as evidenced by the discovery that 7-47% of fresh vegetables contain pesticide residues. This study employs the method of using two YF-S401 water flow sensors as the primary sensors to control the pesticide dose requirements, including the volume of pure pesticide and water. The research findings indicate that the accuracy level of the YF-S401 water flow sensor in controlling the required volume of pure pesticide is 97.82%, with a minimum recorded pesticide output from the system of 20 ml and above. Meanwhile, the accuracy of the YF-S401 water flow sensor in controlling the required volume of water is 98.9%. Furthermore, the overall system's success rate in controlling the pesticide dose according to recommendations for spraying mustard greens reaches 97.47%.

Keywords — pesticide, waterflow sensor type YF-S401, land area, mustard plant

1. PENDAHULUAN

Pestisida merupakan zat kimia atau bahan lain, yang digunakan untuk membasmi, mengendalikan, atau mencegah serangan hama, penyakit, atau gulma pada tanaman [1]. Pestisida menjadi senyawa penting yang sering dibutuhkan oleh petani dalam mengendalikan hama atau gulma yang menyerang tanaman. Salah satu tanaman yang sering diaplikasikan pestisida dalam pembudidayaan adalah tanaman sawi. Hal ini dikarenakan tanaman sawi merupakan salah satu jenis tanaman yang memiliki umur yang relatif pendek. Jenis tanaman yang memiliki umur relatif pendek akan rentan terserang hama dan penyakit [2]. Pembudidayaan tanaman sawi yang sangat rentan terserang hama dan penyakit sehingga menjadi faktor penghambat untuk menghasilkan produksi sayuran sawi yang berkualitas [3]. Beberapa jenis hama yang sering menyerang tanaman sawi adalah Ulat Perusak Daun (*P.xylostella*) dan Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) [4]. Dalam penelitian ini menggunakan jenis pestisida Curacron untuk mengendalikan hama daun, seperti ulat perusak daun (*Plutella xylostella*) dan Prevathon untuk membunuh ulat grayak (*Spodoptera litura*).

Berdasarkan hasil observasi dari beberapa petani sayuran sawi di wilayah Siantan Hulu, Pontianak Utara, dalam mengendalikan hama tanaman sawi, petani akan melakukan penyemprotan pestisida. Sebelum melakukan penyemprotan tersebut, para petani mengukur kebutuhan dosis pestisida secara perkiraan menggunakan tutup botol kemasan pestisida. Alasan petani melakukan pengukuran dosis pestisida dengan metode perkiraan dikarenakan luas lahan untuk menanam tanaman sawi tidak selalu tetap. Hal ini bergantung pada jumlah bibit sawi yang berhasil tumbuh setelah disemai. Penggunaan metode perkiraan ini menyebabkan petani pernah mengalami kelebihan dosis pestisida sekitar 1 – 10 ml dari dosis anjuran. Pengukuran kebutuhan dosis pestisida dengan menggunakan metode perkiraan ini yang dapat berpotensi menghasilkan penggunaan dosis pestisida tidak sesuai dengan anjuran atau rekomendasi yang telah ditentukan. Pengguna pestisida melebihi dosis yang ditentukan dapat menyebabkan kerugian pada kesehatan manusia maupun pencemaran pada lingkungan [5]. Sedangkan penggunaan pestisida kurang dari dosis yang telah ditentukan dapat mengakibatkan kinerja pestisida tidak mencapai maksimal dalam mengendalikan hama, bahkan berpotensi menyebabkan resistensi terhadap pestisida [6]. Namun, jika terjadi kelebihan jenis pestisida tertentu dapat ditoleransi selama kelebihan tersebut masih dalam batas yang wajar serta selama jenis pestisida yang digunakan memiliki tingkat toksik yang rendah. Oleh sebab itu, dalam menentukan kebutuhan dosis pestisida yang tepat harus berdasarkan pedoman dosis yang tertera pada label kemasan produk pestisida.

Berdasarkan pemaparan permasalahan sebelumnya, artinya diperlukan sebuah sistem yang dapat melakukan kendali dosis pestisida yang digunakan agar pengguna dosis pestisida tepat takaran sesuai regulasi yang telah ditentukan saat melakukan penyiraman pestisida. Terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang digunakan sebagai referensi dalam membangun sistem ini, yaitu penelitian yang berkaitan dengan penyiraman pestisida maupun sensor-sensor yang dapat digunakan dalam melakukan proses pencampuran cairan pestisida secara otomatis pada sistem ini.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh *I Kadek D.A, dkk* [7], penelitian tersebut berhasil menerapkan metode *Fuzzy Tsukamoto* dalam memprediksi keadaan cuaca yang tepat untuk melakukan penyemprotan pestisida. Selain itu, penelitian terkait lainnya yang berkaitan dengan kesamaan jenis perangkat input dalam penelitian ini yaitu penelitian yang dilakukan oleh [8] yang menggunakan waterflow sensor tipe YF-S204 sebagai perangkat input untuk menghitung jumlah air yang digunakan. Kemudian, penelitian sebelumnya yang digunakan sebagai referensi sistem untuk pencampuran cairan otomatis adalah penelitian oleh Putra & Stepfanus [9] yang melakukan pengujian beberapa sensor yang digunakan untuk mendukung sistem pencampuran cairan otomatis. Hasil dari penelitian tersebut menyatakan bahwa waterflow sensor menjadi sensor yang paling cocok diterapkan pada sistem proses pencampuran cairan karena lebih fleksibel dan mudah diterapkan segala kondisi. Cara kerja waterflow sensor itu sendiri dalam menghitung jumlah volume suatu cairan yaitu dengan menjumlahkan seluruh debit aliran suatu cairan yang dihasilkan baik dalam satuan per detik ataupun satuan per menit [10]. Selain itu, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh *Mustajib, dkk* menyatakan bahwa, waterflow sensor

dapat mendeteksi kekentalan suatu cairan. Semakin besar nilai aliran suatu cairan yang dibaca oleh waterflow sensor maka semakin kecil nilai kekentalan suatu cairan atau dapat dikatakan semakin cair suatu cairan[11].

Berdasarkan uraian latar belakang maupun penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya, maka dilakukan sebuah penelitian yang berjudul “Sistem Kendali Pestisida Berdasarkan Luas Lahan Pada Tanaman (Studi Kasus : Tanaman Sawi)”. Penelitian ini bertujuan menciptakan sistem yang dapat mengendalikan keluaran dosis pestisida sesuai regulasi yang telah ditentukan saat menyemprot pestisida pada tanaman sawi. Jumlah dosis pestisida yang dikendalikan dalam sistem ini meliputi kebutuhan volume pestisida murni dan volume air. Sensor utama yang digunakan dalam sistem ini adalah waterflow sensor dengan tipe YF-S401, yang berfungsi menghitung kebutuhan dosis pestisida yang tepat, meliputi volume pestisida murni dan volume air yang diperlukan dalam larutan pestisida. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini menguji akurasi dari 2 buah waterflow sensor dalam mengeluarkan kebutuhan volume pestisida maupun volume air. Dengan adanya sistem ini diharapkan, dapat menjadi salah satu alternatif solusi dalam mengontrol penggunaan pestisida pada tanaman sawi agar sesuai dengan dosis dan takaran yang dianjurkan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Deskripsi Penelitian

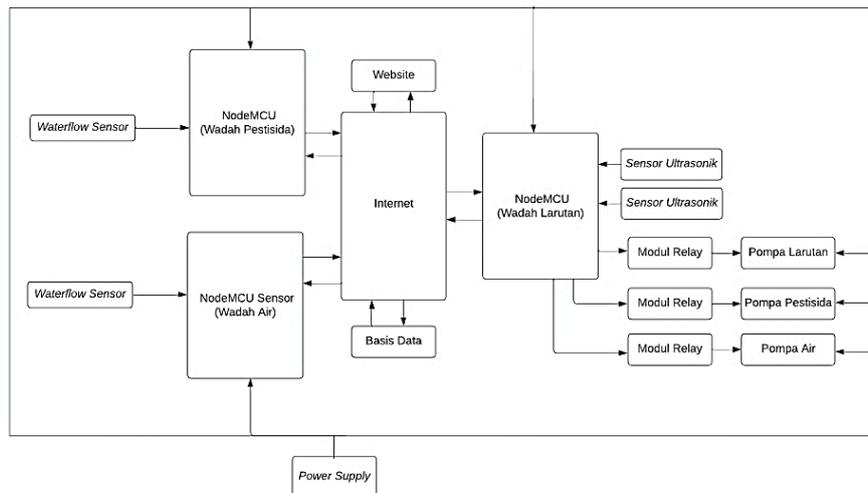
Sistem ini bertujuan untuk mengendalikan dosis pestisida berdasarkan kebutuhan luas lahan tanaman, agar penggunaan dosis pestisida sesuai dengan dosis takaran yang dianjurkan. Dosis pestisida yang dikendalikan meliputi volume pestisida murni dan volume air. Pada sistem ini menggunakan *website* sebagai media untuk melakukan pemantauan maupun kendali oleh pengguna. Melalui *website* pengguna dapat memasukkan data luas lahan tanaman yang akan dilakukan penyemprotan pestisida serta memilih jenis pestisida yang akan digunakan. Secara otomatis sistem akan menghitung kebutuhan dosis pestisida yang harus dikeluarkan berdasarkan data yang dimasukkan oleh pengguna. Kemudian data tersebut dapat diakses oleh NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler yang mengendalikan keluaran kebutuhan dosis pestisida sesuai kebutuhan. Adapun detail alur deskripsi sistem dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Deskripsi Sistem

2.2 Perancangan Arsitektur Sistem

Dalam penelitian ini menggunakan 3 buah nodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler. Setiap NodeMCU ESP32 akan saling terhubung melalui jaringan internet. Melalui jaringan internet masing-masing NodeMCU dapat berkomunikasi dengan cara mengirim data maupun mengakses data pada basis data. Data tersebut diperlukan untuk mikrokontroler membuat keputusan dalam mengendalikan keluaran dosis pestisida. Perancangan arsitektur sistem dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2, sebagai berikut.

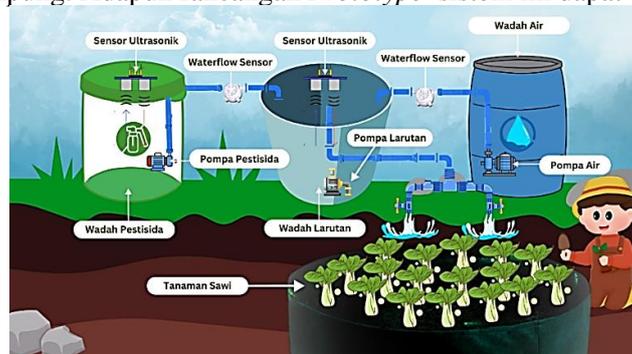


Gambar 2 Rancangan Arsitektur Sistem Kendali Dosis Pestisida

Berdasarkan rancangan arsitektur tersebut dapat dirincikan sebagai berikut :

1. *NodeMCU ESP32*, perangkat yang digunakan sebagai mikrokontroler pengendali dan pengelolaan data pada sistem.
2. *Waterflow sensor*, perangkat yang digunakan untuk membaca volume aliran air maupun volume pestisida murni pada sistem.
3. *Sensor Ultrasonik*, perangkat yang digunakan untuk memantau kondisi ketersediaan pestisida murni serta digunakan sebagai pemicu untuk larutan pestisida pada wadah penampung.
4. *Module relay*, perangkat yang digunakan sebagai saklar untuk menghidupkan dan mematikan pompa air, pompa pestisida murni, dan pompa larutan pestisida.
5. *Pompa Pestisida Murni*, perangkat yang digunakan untuk mengalirkan cairan pestisida murni yang diperlukan pada wadah penampung larutan pestisida.
6. *Pompa Air*, perangkat yang digunakan untuk mengalirkan jumlah air yang diperlukan pada wadah penampung air menuju wadah penampung larutan pestisida.
7. *Pompa Larutan Pestisida*, perangkat yang digunakan untuk mengalirkan isi semua larutan pestisida pada wadah penampung, dengan tujuan untuk melakukan penyiraman pada tanaman sawi.

Selanjutnya, rancangan *Prototype* sistem yang dibangun dalam penelitian ini menggunakan 3 buah wadah penampung. Adapun rancangan *Prototype* sistem ini dapat dilihat pada Gambar 3.



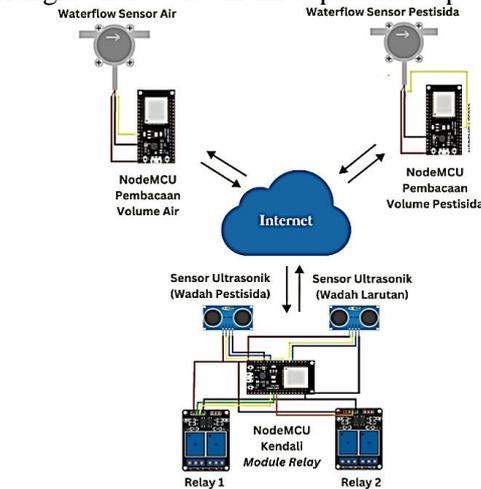
Gambar 3 Rancangan *Prototype* Sistem Kendali Pestisida

Pada wadah pestisida dipasang satu buah *waterflow sensor* yang berfungsi membaca aliran volume pestisida murni yang dikeluarkan. Kemudian pada wadah air juga dipasang satu buah *waterflow sensor* yang berfungsi membaca aliran volume air yang dikeluarkan. Setiap aliran volume pestisida murni dan volume air yang dikeluarkan akan ditampung di dalam wadah larutan.

Larutan tersebut yang nantinya akan disemprotkan pada tanaman sawi pada seluruh area lahan yang ingin disemprotkan.

2.3 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras dalam sistem ini merupakan tahap merancang setiap komponen perangkat keras yang digunakan agar saling terhubung satu sama lain. Adapun rancangan keseluruhan perangkat keras sistem ini dapat dilihat pada Gambar 4.

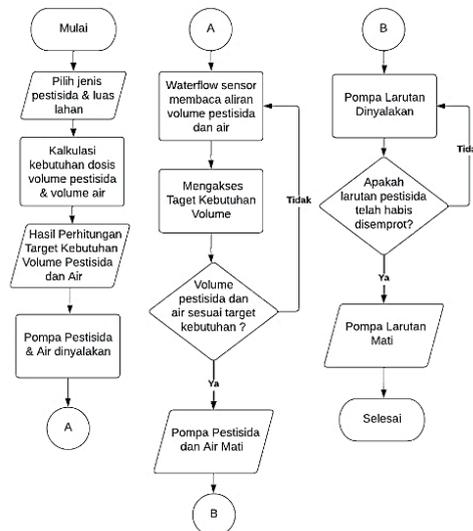


Gambar 4 Perancangan Keseluruhan Perangkat Keras

Pada wadah pestisida, dipasang NodeMCU ESP32 yang bertugas membaca kebutuhan volume pestisida yang dikeluarkan. Kemudian, pada wadah air dipasang NodeMCU ESP32 yang bertugas membaca kebutuhan volume air yang dikeluarkan. Dan terakhir NodeMCU ESP32 yang mengendalikan keluaran semua cairan yang ada pada setiap wadah dan memantau ketersediaan cairan pada wadah. Setiap NodeMCU ESP32 saling berkomunikasi melalui jaringan internet.

2.4 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dalam sistem ini berfungsi untuk memungkinkan komunikasi dan interaksi antara setiap NodeMCU ESP32 maupun aplikasi *website* yang digunakan sebagai media interaksi pengguna. Maka dibutuhkan diagram alir perancangan perangkat lunak sebagai bagan yang mewakili urutan suatu proses sebuah sistem bekerja. Adapun rincian alur algoritma sistem “Kendali Dosis Pestisida”, dapat dilihat pada Gambar 5.

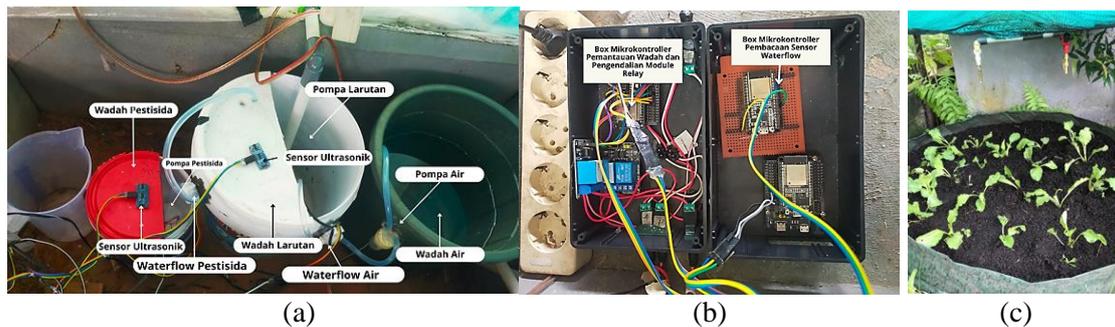


Gambar 5 Diagram Alir Perangkat Lunak Sistem Kendali Dosis Pestisida

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Perangkat Keras Sistem

Implementasi keseluruhan alat pada Gambar 6 menunjukkan implementasi seluruh rangkaian komponen perangkat keras sistem dalam mengendalikan keluaran dosis pestisida yang diperlukan. Setiap komponen sensor maupun pompa akan dihubungkan pada NodeMCU ESP32 sehingga dari pembacaan kebutuhan dosis volume pestisida oleh sensor, NodeMCU ESP32 dapat mematikan maupun menghidupkan pompa agar dapat mengendalikan keluaran kebutuhan dosis pestisida sesuai kebutuhan luas lahan yang diinginkan oleh pengguna.



Gambar 6 (a) Implementasi Keseluruhan Pada Alat, (b) Implementasi Box Mikrokontrolleur (c) Implementasi *Prototype* Sistem Penyiraman

3.2 Implementasi Antarmuka Website

Website menjadi media interaksi antara pengguna dan sistem. Pada *website* terdapat halaman utama yang berguna melakukan kendali sistem dalam mengeluarkan dosis pestisida sesuai kebutuhan luas lahan. Pada halaman tersebut, pengguna dapat memilih jenis pestisida yang ingin digunakan dan menginput luas lahan yang ingin dilakukan penyemprotan. Adapun tampilan antarmuka halaman tersebut, dapat dilihat pada Gambar 8 (a).



Gambar 7 (a) Antarmuka Halaman Penyiraman (b) *Pop Up* Kebutuhan Pestisida dan Air

Kemudian, ketika pengguna mengklik tombol “Konfirmasi” maka, sistem secara otomatis akan menampilkan *pop up* hasil perhitungan dosis pestisida yang harus dikeluarkan sistem meliputi volume pestisida murni maupun volume air. Hasil perhitungan ini akan menjadi acuan referensi sistem perangkat keras untuk mengeluarkan kebutuhan volume pestisida maupun volume air sesuai nilai kebutuhan sistem. Adapun tampilan antarmuka *pop up* pada sistem ini dapat dilihat pada Gambar 7 (b)

3.3 Perhitungan Kebutuhan Pestisida

Perhitungan dalam sistem ini diperlukan karena untuk mencari nilai volume pestisida dan volume air yang dibutuhkan berdasarkan jenis pestisida yang digunakan dan ukuran luas lahan

yang akan disemprot. Jenis pestisida yang digunakan ada dua jenis, yaitu Prevathon dan Curacron. Pada pestisida Prevathon memiliki dosis anjuran 300 ml – 600 ml per hektar dan konsentrasi anjuran berdasarkan label kemasan untuk tanaman sawi 1,5 ml – 3ml per liter air. Sedangkan pestisida Curacron memiliki dosis anjuran 500 ml - 800 ml per hektar dan konsentrasi anjuran berdasarkan label kemasan untuk tanaman sawi 1ml – 1,5ml per liter air. Sebagai contoh perhitungan dosis kebutuhan pestisida dapat dilihat sebagai berikut.

Jenis Pestisida	: Curacron
Luas Lahan (A)	: $400 \text{ m}^2 = 400 : 10.000 = 0,04 \text{ ha}$
Dosis Anjuran (D) Curacron	: 500 ml/ha
Konsentrasi Anjuran (K) Curacron	: 1 ml /liter
Volume Pestisida	: $500 \times 0,04 = 20 \text{ ml}$
Volume Air	: $20/1=20 \text{ liter} = 20 \times 1000= 20.000 \text{ ml}$

Adapun sampel hasil perhitungan kebutuhan volume pestisida dan volume air dalam per luas yang disemprotkan, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Sampel Kebutuhan Dosis Pestisida

Jenis Pestisida	Luas Lahan		Volume Pestisida	Volume Air	
	m ²	Ha		liter	ml
Curacron	100	0,01	5 ml	5	5.000
	200	0,02	10 ml	10	10.000
	300	0,03	15 ml	15	15.000
	400	0,04	20 ml	20	20.000
	500	0,05	25 ml	25	25.000
	600	0,06	30 ml	30	30.000
	700	0,07	35 ml	35	35.000
	800	0,08	40 ml	40	40.000
Prevathon	100	0,01	3 ml	2	2.000
	200	0,02	6 ml	4	4.000
	300	0,03	9 ml	6	6.000
	400	0,04	12 ml	8	8.000
	500	0,05	15 ml	10	10.000
	600	0,06	18 ml	12	12.000
	700	0,07	21 ml	14	14.000
	800	0,08	24 ml	16	16.000

Hasil perolehan kebutuhan dosis pestisida yang meliputi volume pestisida dan volume air pada Tabel 1 merupakan dosis pestisida sesuai dengan konsentrasi anjuran berdasarkan label kemasan masing-masing jenis pestisida yang digunakan. Tabel 1 ini menjadi referensi acuan untuk menguji akurasi waterflow sensor pestisida maupun waterflow sensor air dalam mengendalikan keluaran kebutuhan dosis pestisida.

3. 4 Hasil Pengujian

Tahapan pengujian dilakukan pada sistem ini meliputi pembacaan keluaran kebutuhan volume pestisida murni melalui waterflow sensor pestisida, pembacaan keluaran kebutuhan volume air melalui waterflow sensor serta pembacaan keluaran kebutuhan volume pestisida maupun volume air pada keseluruhan sistem.

3. 4. 1 Hasil Pengujian Waterflow Sensor Pestisida

Pengujian ini dilakukan untuk menguji keakuratan dari waterflow sensor dalam mengeluarkan kebutuhan volume pestisida murni sesuai dengan target volume yang dihasilkan pada kolom volume pestisida di Tabel 1. Pada Tabel 1 kolom volume pestisida akan diurutkan

dari volume pestisida yang terkecil hingga terbesar, sehingga diperoleh 3 ml – 40 ml volume pestisida. Berdasarkan Tabel 1 dilakukan percobaan sebanyak 5 kali per sampel volume pestisida. Kemudian, proses pengujiannya dibagi menjadi 2 sesi pengujian yaitu pengujian pertama waterflow sensor dari interval 3 - 18ml dan pengujian kedua dari interval 20 - 40 ml.

Tabel 2 Hasil Pengujian Waterflow Sensor Pestisida Interval 3-18 ml

No.	Target Volume (ml)	Hasil Pengujian		Galat		Grafik Perbandingan
		Waterflow sensor Pestisida (ml)	Gelas Ukur (ml)	Galat Absolut	Galat Relatif (%)	
1	3	9	1	8	800	
...	
6	5	16	5	11	220	
...	
11	6	10	2	8	400	
...	
16	9	11	4	7	175	
...	
21	10	13	3	10	333,33	
...	
26	12	13	6	7	116,67	
...	
31	15	16	7	9	128,57	
...	
36	15	15	7	8	114,29	
...	
41	18	20	12	8	66,67	
...	
45	18	20	15	5	33,33	
Jumlah Galat				356	10064,51	
Rata-Rata Galat				7,91	223,66	

Tabel 3 Hasil Pengujian Waterflow Sensor Pestisida Interval 20-40 ml

No.	Target Volume (ml)	Hasil Pengujian		Galat		Grafik Perbandingan	
		Waterflow sensor Pestisida (ml)	Gelas Ukur (ml)	Galat Absolut	Galat Relatif (%)		
1	20	21	20	1	5		
...		
6	21	22	22	0	0		
...		
11	24	25	24	1	4,166667		
...		
16	25	26	25	1	4		
...		
21	30	30	30	0	0		
...		
26	35	36	35	1	2,857143		
...		
31	40	41	40	1	2,5		
...		
35	40	40	40	0	0		
Jumlah Galat				356	10064,51		
Rata-Rata Galat				7,91	223,66		

Dalam pengujian ini untuk mengetahui nilai akurasi waterflow sensor pestisida, dilakukan dengan cara membandingkan pembacaan hasil keluaran volume cairan pestisida antara waterflow sensor dan gelas ukur. Selisih antara pembacaan waterflow sensor pestisida dan gelas ukur akan diperoleh nilai galat yang meliputi galat absolut dan galat relatif. Oleh sebab itu, hasil nilai rata-rata galat relatif pada Tabel 2 dan Tabel 3 digunakan untuk memperoleh nilai akurasi. Adapun nilai akurasi yang diperoleh dari hasil nilai rata-rata relatif tersebut sebagai berikut.

Berikut perhitungan akurasi waterflow sensor pestisida pada interval 3-18 ml :

$$Akurasi = 100 - 223,66 = -123,656\% \tag{1}$$

Berikut perhitungan akurasi waterflow sensor pestisida pada interval 20-40 ml :

$$Akurasi = 100 - 2,18 = 97,82\% \tag{2}$$

Berdasarkan gambar dua buah grafik tersebut sumbu-x menyatakan jumlah percobaan yang dilakukan sedangkan sumbu-y menyatakan nilai volume pestisida (ml). Grafik tersebut memberikan visualisasi perbandingan hasil dari pembacaan nilai volume pestisida melalui waterflow sensor terhadap gelas ukur maupun target volume pestisida. Dari pengujian tersebut diperoleh nilai akurasi waterflow sensor sebesar -123,656% pada interval volume pestisida 3 – 18 ml. Semakin besar selisih nilai pembacaan antara waterflow sensor dengan gelas ukur yang dihasilkan, maka semakin rendah tingkat akurasi sensor. Hal ini sesuai dengan data nilai akurasi yang diperoleh yang memuat simbol negatif, yang bermakna pembacaan nilai volume pestisida

oleh waterflow sensor pada rentang nilai tersebut memiliki akurasi yang rendah. Sedangkan pada interval volume pestisida 20 – 40 ml akurasi waterflow sensor mencapai 97,82 %.

Hasil dari perbandingan dua grafik tersebut menunjukkan bahwa waterflow sensor pestisida saat pembacaan volume pestisida pada interval 3-18 ml tidak dapat bekerja dengan baik dalam sistem karena pembacaannya yang tidak stabil. Dimana yang tidak sesuai dengan pembacaan alat ukur sebenarnya (gelas ukur). Namun, ketika percobaan pembacaan volume pestisida dinaikkan dari rentang kondisi 20-40 ml, *waterflow sensor* dapat mendeteksi volume pestisida dengan baik dalam sistem. Hal ini ditandai dengan nilai selisih galat kecil yang diperoleh dari perbandingan volume *waterflow sensor* pestisida dengan gelas ukur. Dari pengujian ini disimpulkan bahwa *waterflow sensor* dapat mendeteksi volume pestisida secara stabil jika nilai volumenya dimulai pada volume 20 ml. Kemudian, dari hasil pengujian ini juga diperoleh bahwa waterflow sensor pestisida dalam mengendalikan volume pestisida yang dikeluarkan oleh sistem memiliki potensi lebih besar mengeluarkan kelebihan volume pestisida sebesar kurang lebih 1 ml dari volume target.

3. 4. 2 Hasil Pengujian Waterflow Sensor Air

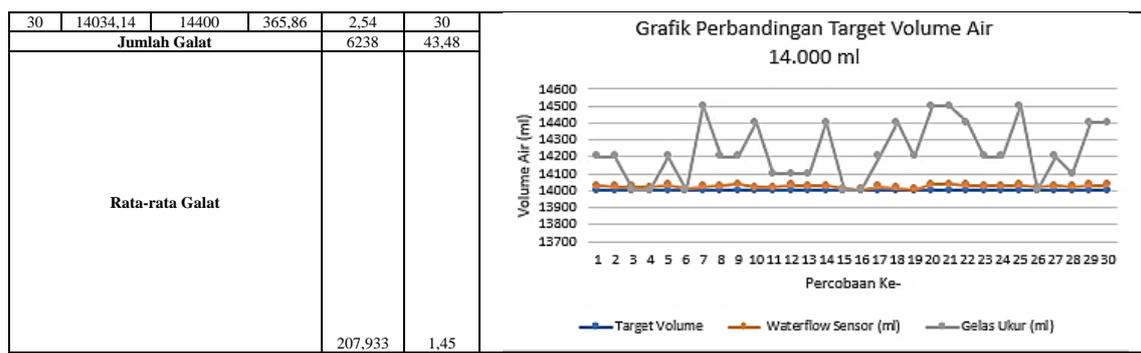
Pengujian ini dilakukan untuk menguji keakuratan dari waterflow sensor air dalam mengeluarkan kebutuhan volume air. Nilai pembacaan volume air melalui waterflow sensor akan dibandingkan dengan pengukurkan gelas ukur maupun target volume air yang harus dicapai. Dalam pengujian ini menggunakan 3 sampel volume air, yaitu 20.000 ml (20 liter), 14.000 ml (14 liter), dan 16.000 ml (16 liter) berdasarkan Tabel 1 sebagai acuan sampel volume air. Dari 3 sampel yang digunakan, dilakukan sebanyak 30 kali percobaan. Berikut hasil pengujian dari 3 sampel tersebut, dapat dilihat pada Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6.

Tabel 4 Hasil Pengujian Waterflow Sensor Air Pada Volume 20.000 ml

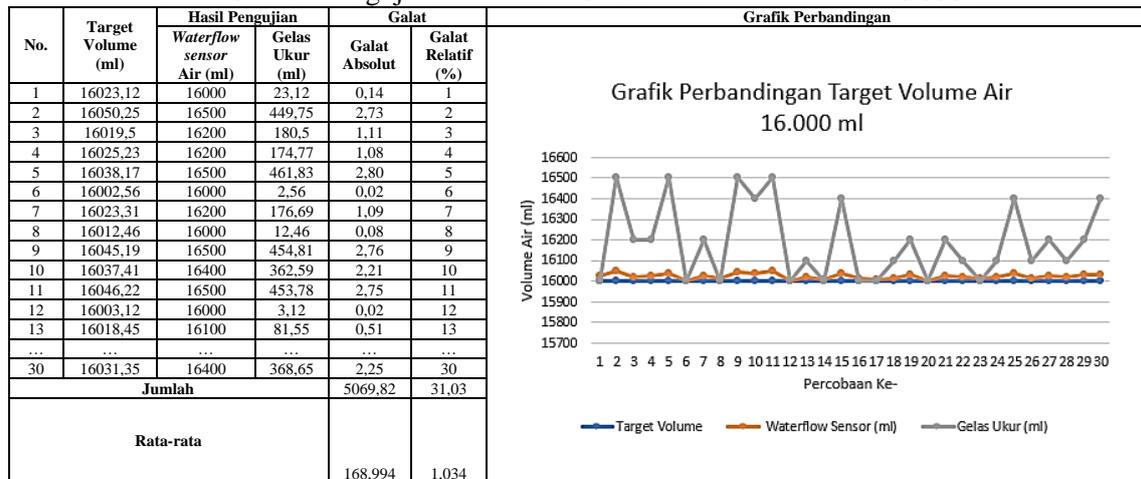
No.	Target Volume (ml)	Hasil Pengujian		Galat		Grafik Perbandingan	
		Waterflow sensor Air (ml)	Gelas Ukur (ml)	Galat Absolut	Galat Relatif (%)		
1	20056,28	20500	443,72	2,16	1		
2	20045,56	20500	454,44	2,22	2		
3	20052,32	20500	447,68	2,18	3		
4	20017,12	20100	82,88	0,41	4		
5	20023,21	20100	76,79	0,38	5		
6	20008,45	20050	41,55	0,21	6		
7	20023,41	20000	23,41	0,12	7		
8	20043,12	20400	356,88	1,73	8		
9	20029,62	20100	70,38	0,35	9		
10	20049,21	20500	450,79	2,2	10		
11	20020,25	20000	20,25	0,10	11		
12	20023,98	20000	23,98	0,13	12		
13	20017,66	20100	82,34	0,41	13		
...		
30	20030,62	20100	69,38	0,35	30		
Jumlah Galat				5193,73	25,49		
Rata-rata Galat				173,1243	0,85		

Tabel 5 Hasil Pengujian Waterflow Sensor Air Pada Volume 14.000 ml

No.	Target Volume (ml)	Hasil Pengujian		Galat		Grafik Perbandingan
		Waterflow sensor Air (ml)	Gelas Ukur (ml)	Galat Absolut	Galat Relatif (%)	
1	14027,98	14200	172,02	1,21	1	
2	14025,16	14200	174,84	1,23	2	
3	14022,32	14000	22,32	0,16	3	
4	14017,19	14000	17,19	0,12	4	
5	14030,92	14200	169,08	1,19	5	
6	14008,45	14000	8,45	0,06	6	
7	14023,24	14500	476,76	3,29	7	
8	14027,13	14200	172,87	1,23	8	
9	14035,82	14200	164,18	1,16	9	
10	14019,71	14400	380,29	2,64	10	
11	14020,25	14100	79,75	0,57	11	
12	14032,95	14100	67,05	0,48	12	
13	14028,62	14100	71,38	0,51	13	
...	



Tabel 6 Hasil Pengujian Waterflow Sensor Air Pada Volume 16.000 ml



Dalam pengujian ini untuk mengetahui nilai akurasi waterflow sensor air, dilakukan dengan cara membandingkan pembacaan hasil keluaran volume air antara waterflow sensor dan gelas ukur. Karena pengukuran volume air dalam skala besar maka sebagai alat ukur pembanding nilai volume air sebenarnya menggunakan gelas ukur sebanyak 10 buah yang berukuran 2 liter. Berdasarkan hasil nilai rata-rata perhitungan galat relatif dari 3 sampel pengujian tersebut, digunakan untuk memperoleh nilai akurasi waterflow sensor dalam membaca volume air. Adapun nilai akurasi yang diperoleh dari hasil nilai rata-rata relatif dari 3 sampel tersebut sebagai berikut.

$$Rata - rata (G_r) = \frac{0,85+1,45+1,034}{3} = 1,1 \% \tag{3}$$

$$Akurasi = 100 - 1,1 = 98,9\% \tag{4}$$

Berdasarkan gambar tiga buah grafik tersebut sumbu-x menyatakan jumlah percobaan yang dilakukan sedangkan sumbu-y menyatakan nilai volume air (ml). Grafik tersebut memberikan visualisasi perbandingan hasil dari pembacaan nilai volume air melalui waterflow sensor terhadap gelas ukur maupun target volume air. Dari pengujian tersebut diperoleh nilai akurasi waterflow sensor sebesar 98,9%. Berdasarkan 3 buah grafik perbandingan pengukuran volume air antara waterflow sensor terhadap gelas ukur maupun target volume pestisida, dapat dilihat bahwa pembacaan volume air antara waterflow sensor terhadap target volume air yang dibutuhkan memiliki selisih yang kecil bahkan hampir sama. Namun, jika dibandingkan pembacaan volume air antara waterflow sensor terhadap gelas ukur selisih paling kecil kurang lebih dibawah 100 ml sedangkan selisih paling besar 500 ml. Artinya dapat disimpulkan bahwa waterflow sensor air pada sistem ini memiliki potensi lebih besar mengeluarkan kelebihan volume air sebesar kurang lebih 500 ml dari volume target.

3. 4. 3 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Pada pengujian ini, menggunakan 3 sampel luas lahan (0,04 ha, 0,07 ha, dan 0,08 ha), yang dimana setiap sampel tersebut akan dilakukan percobaan sebanyak 10 kali. Sampel luas lahan yang diambil berdasarkan keadaan stabil pembacaan volume pestisida oleh sistem dimulai dari 20 ml dan juga berdasarkan batas maksimal untuk membandingkan pembacaan nilai volume air antara waterflow sensor dan gelas ukur yaitu sebesar 20.000 ml. Untuk detail sampel yang digunakan dalam pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 7, sebagai berikut.

Tabel 7 Sampel Pengujian Keseluruhan Sistem

Jenis Pestisida	Luas Lahan (ha)	Target Volume Pestisida (ml)	Target Volume Air (ml)
Curacron	0,04	20 ml	20.000 ml
Prevathon	0,07	21 ml	14.000 ml
Prevathon	0,08	24 ml	16.000 ml

Tujuan dari pengujian ini adalah ingin mengetahui nilai akurasi dari dua buah *waterflow sensor* secara bersamaan pada sistem ini, dalam membaca dan mengendalikan kebutuhan volume pestisida dan volume air sesuai dengan dosis yang telah ditentukan. Sebagai berikut hasil dari pengamatan akurasi kedua waterflow sensor dalam mengeluarkan kebutuhan dosis pestisida, dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Pengujian Keseluruhan Sistem

No	Jenis Pestisida	Luas Lahan (ha)	Wadah Pestisida				Wadah Air						
			Target Volume Pestisida	Waterflow sensor (ml)	Gelas Ukur (ml)	Galat Absolut	Galat Relatif	Target Volume Air	Waterflow sensor (ml)	Gelas Ukur (ml)	Galat Absolut	Galat Relatif	
1	Curacron	0,04	20	21	20	1	5	20.000	20056,3	20500	443,72	2,16	
2		0,04	20	22	20	2	10	20.000	20045,6	20400	354,44	1,74	
3		0,04	20	20	20	0	0	20.000	20052,3	20000	52,32	0,26	
...		
11	Prevathon	0,07	21	22	21	1	4,76	14.000	14003,1	14000	3,12	0,02	
12		0,07	21	21	21	0	0	14.000	14000,3	14000	0,25	0,0018	
13		0,07	21	24	22	2	9,09	14.000	14009,5	14000	9,5	0,07	
...		
21	Prevathon	0,08	24	26	25	1	4	16.000	16031,9	16400	368,09	2,24	
22		0,08	24	24	24	0	0	16.000	16008,0	16000	7,97	0,05	
23		0,08	24	25	24	1	4,17	16.000	16011,6	16000	11,63	0,07	
...		
Jumlah Galat			27				125,24				4553,22		26,6318
Rata-rata Galat			0,9				4,17				151,774		0,89

Hasil nilai rata-rata galat relatif dari waterflow sensor pestisida dan waterflow sensor air tersebut, digunakan untuk memperoleh nilai akurasi waterflow sensor pada keseluruhan sistem. Operasi perhitungan nilai rata-rata galat relatif dapat dilihat sebagai berikut.

$$G_r = \frac{4,17+0,89}{2} = 2,53 \%$$

Kemudian, hasil nilai rata-rata perhitungan galat relatif tersebut, digunakan untuk memperoleh nilai akurasi. Untuk operasi perhitungan nilai akurasi yang diperoleh sebagai berikut.

$$Akurasi = 100 - 2,53 = 97,47\%$$

Perolehan nilai akurasi dari pengujian ini menghasilkan nilai sebesar 97,47%. Pencapaian nilai akurasi tersebut, menandakan bahwa sistem ini mampu mengeluarkan volume pestisida dan volume air sesuai dengan kebutuhan.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Hasil simulasi pengujian waterflow sensor YF-S401 pada sistem dalam mengendalikan kebutuhan volume pestisida murni memperoleh akurasi sebesar 97,82 % dengan catatan minimal volume pestisida yang dikeluarkan oleh sistem 20 ml ke atas. Sedangkan hasil simulasi pengujian waterflow sensor YF-S401 dalam mengendalikan kebutuhan volume air memperoleh nilai akurasi sebesar 98,9%.
2. Hasil simulasi pengujian keseluruhan sistem dalam mengendalikan penggunaan dosis pestisida yang tepat sesuai dengan anjuran berdasarkan kebutuhan luas lahan penyemprotan pestisida tanaman sawi memperoleh nilai akurasi sebesar 97,47%.

Namun, perlu dicatat bahwa validasi akurasi ini belum melibatkan pakar atau laboratorium terkait pencemaran lingkungan.

5. SARAN

Saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Menciptakan sebuah sistem yang bisa dengan otomatis menghitung luas lahan, kemudian sistem mengeluarkan dosis pestisida berdasarkan ukuran luas lahan yang diukur oleh sistem.
2. Melakukan analisis validasi lebih lanjut untuk memastikan kesesuaian sistem yang dibangun sesuai standar yang diperlukan untuk menjaga lingkungan yang melibatkan pakar atau pihak laboratorium.
3. Memasukkan variabel 'Ketepatan Waktu Penyemprotan' ke dalam penelitian sejenis, bertujuan untuk meningkatkan optimalisasi kerja dosis pestisida yang diterapkan.
4. Melakukan "Implementasi Langsung" pada lapangan pertanian sawi dalam penelitian serupa agar dapat mengetahui kinerja sistem dalam situasi nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wisnujati N, and angadji, "Pengelolaan Penggunaan Pestisida Dalam Mendukung Pembangunan Berkelanjutan Di Indonesia," *SEPA*, vol. 18, 2021.
- [2] Mulki S, Sugiarto, and Afifah L, "Uji Efektivitas Pestisida Nabati Terhadap Mortalitas Dan Intensitas Serangan Ulat Grayak (*Spodoptera Litura Fabricus*) Pada Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L.*)," *J.Agrifarm*, vol. 11, 2022.
- [3] D. S. Wulandari, S. H. Pramono, and S. S. Rahayu, "Pengaruh Residu Pestisida Terhadap Ph Dan Kandungan N, P, K Tanah Pada Budidaya Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L.*)," *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Brawijaya*, vol. 7, 2019.
- [4] Srimulyani and Budiwari, "Efektivitas Pestisida Alami Kulit Bawang Merah Terhadap Pengendalian Hama Ulat Tritip (*Plutella Xylostella*) Pada Tanaman Sayur Sawi Hijau," *Journal Of Nursing And Public Health*, vol. 8, Okt. 2020.
- [5] Siagian Jenni Lilis S, "Hubungan Status Kesehatan, Dosis Penggunaan Pestisida dan Kebiasaan Penggunaan APD dengan Kejadian Keracunan Pestisida," *MPPKI*, vol. 5, pp. 957–963, 2022.
- [6] I. Mutu, "Dampak Pestisida Bagi Pertanian ," Labmutu.com. Accessed: Nov. 07, 2023. [Online]. Available: <https://www.labmutu.com/2022/07/dampak-pestisida-bagi.html#:~:text=Dampak%20Buruk%20Pestisida%20Bagi%20Lingkungan%20%201.%20Berkurangnya,lainnya.%20...%204%204.%20Gangguan%20Keseimbangan%20Lingkungan%20>
- [7] I Kadek D. A., Bagus P. W. N., and Made Adi P.P, "Model IoT Berbasis Fuzzy Tsukamoto Untuk Penyemprotan Pestisida Otomatis Pada Tanaman Sayur Kubis," *Jurnal Ilmiah Komputer*, 2022.
- [8] Subandi, M. A. Novianta, and D. F. Athallah, "Rancang Bangun Pembatasan Pemakaian Air Minum Berbasis Arduino Mega 2560 Pro Mini Dengan Sensor Waterflow YF-S204," *Jurnal Elektrikal*, vol. 8, pp. 1–9, Dec. 2021.
- [9] D. F. A. Putra and Stefanus, "Kajian Literatur-Penggunaan Sensor Waterflow pada Proses Pencampuran Cairan dalam Industri," *ULTIMA Computing*, vol. 11, pp. 20–23, Jun. 2019.
- [10] A. B. Ramadhan, S. Sumaryo, and R. A. Priramadhi, "Design And Implementation Of Water Discharge Measurements Using An Iot-Based Water Flow Sensor," *Telkatika: Jurnal Telekomunikasi Elektro Komputasi & Informatika*, vol. 6, pp. 2623–2630, Aug. 2019.
- [11] M. F. Haqiqi, D. Syauqy, and I. Arwani, "Sistem Pengecek Kelayakan Pakai Oli Motor Matic Berdasarkan Parameter Warna dan Viskositas Menggunakan Metode Bayes," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, pp. 4048–4057, Apr. 2019.