

Pencampur Pestisida Cair Otomatis Berbasis Arduino Nano

Taufiq Arif Ismail, Umi Fadlilah

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417
Email: d400164005@student.ums.ac.id

Abstrak

Sektor pertanian dan hortikultura Indonesia tidak lepas dari penggunaan pestisida kimia. Jadi, penggunaan pestisida oleh petani tidak dapat dikendalikan dan campuran pestisida yang dibuat oleh para petani biasanya tidak sesuai dosis, sehingga menyebabkan lingkungan tercemar oleh senyawa pestisida aktif yang tidak dapat diurai oleh lingkungan. Selain itu, dapat menimbulkan beberapa masalah, antara lain seperti petani keracunan, serta buah dan sayur terkena zat pestisida aktif karena jumlah yang berlebihan. Dari permasalahan tersebut, peneliti mempunyai gagasan yang dapat mengurangi kelebihan campuran pestisida dengan membuat suatu alat yang akan mencampur cairan pestisida sesuai takarannya dengan memasukkan dosis pestisida dan jumlah cairan pestisida yang akan digunakan. Alat ini dibuat dari Arduino Nano sebagai mikrokontroler dan beberapa kombinasi pompa DC 12 V seperti pompa penakar dan beberapa pompa celup yang bertujuan untuk membuat campuran pestisida lebih presisi. Pengujian alat ini dilakukan dalam bak akrilik yang dirancang untuk menampung air dan campuran pestisida. Hasil dari pengujian alat ini adalah rata-rata galat proses penakaran pompa penakar pada pestisida cair sebesar 6,49% dan pompa penakar pada air sebesar 4%. Dengan dibuatnya alat ini diharapkan dapat mengurangi polusi yang dihasilkan dari penggunaan pestisida yang berlebihan.

Kata Kunci: arduino nano; dosis; pestisida; pompa; polusi

Pendahuluan

Sebagai negara agraris yang meningkatkan pembangunannya melalui sektor agroteknologi, sektor pertanian dan hortikultura, Indonesia tidak lepas dari penggunaan pestisida kimia. Pengendalian kimia dinilai lebih efektif untuk mengurangi populasi hama atau gulma, karena mempunyai dampak yang relatif singkat dan mencakup areal yang luas (Astuti & Widyastuti, 2016; Guntoro & Fitri, 2013; Haerul et al., 2016). Akibatnya, dalam produksi pertanian, meluasnya penggunaan pestisida untuk mengelola hama telah muncul sebagai fitur yang dominan (Tilman et al., 2002). Pestisida merupakan bahan beracun dan berbahaya, jika tidak dikelola dengan baik, maka dapat menimbulkan dampak negatif yang tidak diinginkan (Arif, 2015).



Gambar 1. Petani melakukan pencampuran pestisida cair tanpa alat ukur
(<https://docplaver.info/40373787-Laporan-kemajuan-disertasi-doktor.html>)

Pada Gambar 1, dapat kita lihat bahwa petani tidak menggunakan alat dalam menuangkan cairan pestisida, melainkan mereka biasanya menggunakan tutup botol pestisida untuk menakar, sehingga kurang presisi dan bisa menyebabkan lingkungan menjadi tercemar oleh senyawa pestisida, tidak hanya berdampak pada lingkungan, terkadang ada petani mengalami masalah kesehatan bahkan keracunan dari senyawa pestisida (As'adi, 2018; Marlina & Ardi, 2019; Puspitarani, 2016; Yuantari et al., 2015), membuat buah-buahan dan sayuran terkena *residue* pestisida karena berlebihan jumlahnya sehingga buah dan sayuran ini tidak boleh dikonsumsi (Bajwa & Sandhu, 2014; Mustapha Jallow et al., 2017). Kemudian untuk keberlanjutan ekosistem di darat perlu dipikirkan kembali tentang *residue* yang dihasilkan oleh pestisida kimia, diketahui bahwa bahaya pestisida kimia yang meninggalkan *residue* kimia setelah

digunakan dan dapat merusak lingkungan serta membunuh *orgasme non-target*. Pada dekade terakhir, penggunaan pestisida oleh petani meningkat, karena pestisida dianggap efektif untuk mengendalikan hama tanaman (Edhy, 2021), maka tidak dapat dihindari lagi, sisa senyawa pestisida kimia yang tidak diurai oleh lingkungan akan mengalir ke sungai dan merusak habitat air karena terkena polusi dari senyawa aktif pestisida yang berbahaya serta cairan yang mengendap akan sulit diurai oleh lingkungan, hal tersebut akan berdampak buruk pada lahan pertanian tersebut dalam jangka panjang (Gevao et al., 2000; Pimentel & Burgess, 2014). Ditambah lagi, penggunaan pestisida yang berlebihan dikarenakan penakaran petani yang tidak sesuai dosis, memperburuk kondisi tersebut. Penyemprotan pestisida harus memenuhi konsep tepat yaitu tepat sasaran, tepat mutu, tepat jenis pestisida, tepat waktu, tepat dosis, dan tepat cara penggunaan (A'yunin et al., 2020; Harisman et al., 2021). Penyemprotan harus tepat takarannya sesuai dengan rekomendasi dari pabrikannya. Dari hal tersebut yang melatarbelakangi peneliti membuat alat Pencampur Pestisida Cair Otomatis, diharapkan dapat mengurangi jumlah senyawa pestisida kimia yang berlebihan.

Metode

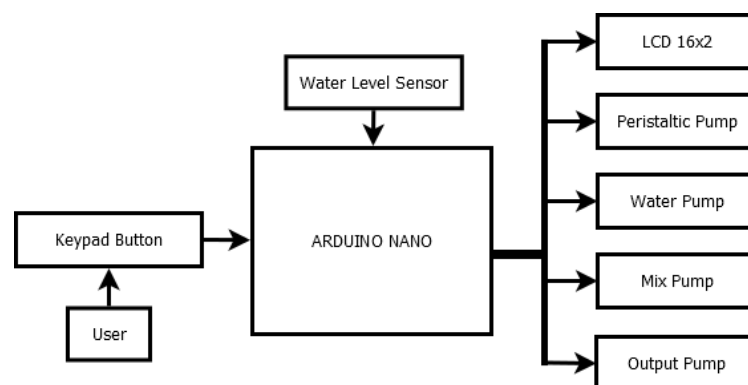
Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam membuat alat Pencampur Pestisida Cair Otomatis antara lain:

1. Perangkat lunak yang digunakan meliputi Arduino IDE, Eagle, dan Coreldraw.
2. Perangkat keras yang digunakan meliputi PCB (Printed Circuit Board), Arduino Nano, LCD (Liquid Crystal Display), *push Button*, sensor air, pompa penakar, pompa air, dan *adaptor 12 V*.
3. Perangkat penunjang yang digunakan meliputi *tool set*, solder, bor, mata bor, akrilik, *box*, selang, botol, dan gelas ukur.

Perancangan Sistem

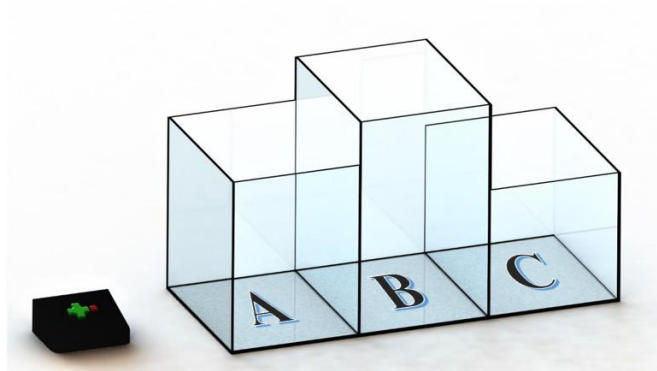
Perancangan sistem terdiri atas diagram blok dan diagram alir cara kerja alat. Diagram blok diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram blok sistem

Gambar 2, menunjukkan sistem penghubung dari alat Pencampur Pestisida Cair Otomatis. Mikrokontroler yang digunakan untuk mengolah program data adalah Arduino Nano. Arduino Nano memiliki pin analog sebanyak 8 pin dan pin digital sebanyak 14 pin, terhitung dari pin RX0, TX1, D2 dan sampai D13. Arduino Nano bekerja berdasarkan program data yang telah dibuat untuk menggerakkan pompa penakar dan pompa air. LCD untuk menampilkan data yang ada pada mikrokontroler sebagai informasi masukan data yang dibutuhkan *user*. Data yang telah masuk ke mikrokontroler akan diproses dan kemudian menggerakkan pompa-pompa melalui *driver* pompa, selain itu ada sebuah sensor ketinggian air juga yang berfungsi memberikan *feedback* kepada mikrokontroler.

Perancangan Alat



Gambar 3. Desain Alat Pencampur Pestisida Cair Otomatis

Pada Gambar 3, peneliti mendesain bak dari bahan akrilik, bahannya mirip polikarbonat sehingga cocok digunakan sebagai alternatif tahan benturan terhadap kaca, dan juga transparan, sehingga cairan akan terlihat dari segala arah dan membuat pengamatan lebih baik. Ada 2 bagian fungsi, yang pertama *Control Box* berfungsi sebagai pusat kendali alat, dan bak akrilik yang terdiri dari 3 jenis bak, dari bak pestisida cair pada blok A, kemudian bak air pada blok C dan untuk bak campuran pestisida pada blok B. *Control Box* dibuat sebagai pusat kendali sistem yang memiliki 5 tombol utama, yaitu Pilih (*Select*), Atas (*Up*), Bawah (*Down*), Kiri (*Left*) dan Kanan (*Right*) serta dilengkapi dengan tombol *Reset* yang terletak di belakangnya sebagai tombol darurat guna menghentikan proses ketika terjadi kesalahan.

Kalibrasi Pompa Peptisida Dan Pompa Air

Kalibrasi Pompa dilakukan untuk mengetahui debit pompa penakar pestisida atau pompa air. Debit merupakan hasil keluaran volume dari setiap pompa dalam satuan waktu. Seperti yang terlihat pada Tabel 1, debit pada pompa air adalah 3,57 L/Menit, dan pada pompa pestisida adalah 60,6 mL/Menit. Hasil keluaran pompa dapat diketahui pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Keluaran Pompa

Pengujian	Waktu (detik)	Pompa Air	Pompa Peptisida
		Volume (mL)	Volume (mL)
1	60	3400	58
2	60	3650	60
3	60	3620	59
4	60	3600	64
5	60	3600	62
Rata – rata	60	3574	60,6

Rumus untuk menghitung debit cairan dan waktu dapat dilihat pada Persamaan 1 dan 2.

$$Q = \frac{V}{t} \quad (1)$$

$$t = \frac{V}{Q} \quad (2)$$

Keterangan :

Q	=	Debit cairan dalam satuan mL/detik
V	=	Volume Cairan dalam satuan mL
t	=	waktu dalam satuan detik

Pada Persamaan 1 dan 2 akan digunakan sebagai rumus takar pada pemrograman Arduino IDE untuk mengontrol durasi yang dibutuhkan oleh 3 pompa pada alat ini.

Hasil Dan Pembahasan



Gambar 4. Tampilan Alat Pencampur Pestisida Cair Otomatis

Gambar 4 merupakan wujud alat Pencampur Pestisida Cair Otomatis Berbasis Arduino Nano yang terbuat dari bahan akrilik yang tahan air dan transparan pada bak yang memiliki dimensi bervariasi, dari bak pestisida berukuran 15 cm x 20 cm x 15 cm, bak air berukuran 15 cm x 20 cm x 20 cm, dan bak campuran pestisida berukuran 15 cm x 20 cm x 25 cm. Alat ini memiliki daya tampung maksimal 4,5 L pada bak pestisida, 6 L pada bak air, dan campuran pestisida 7,5 L. Selain itu juga terdapat 2 jenis pompa antara lain pompa penakar dan pompa celup air (*submersible*). Pada pompa celup terbagi menjadi 3 fungsi bagian, antara lain sebagai penakar air, pengaduk campuran pestisida, dan pompa keluaran campuran pestisida.

Pengujian Alat

Pengujian dilakukan untuk mengukur volume menggunakan sebuah pompa penakar. Pompa penakar yang digunakan yaitu Grothen DC G528 dengan spesifikasi kecepatan berputar 0,1-60 rpm dan *flow rate* 65 mL/menit. Pompa penakar berfungsi untuk mengukur jumlah pestisida cair yang akan digunakan. Pengujian selanjutnya yaitu penakaran air menggunakan sebuah pompa air. Pompa air yang digunakan yaitu Decdeal QR50E dengan spesifikasi maksimal ketinggian 300 cm dan maksimal kekuatan aliran 280 L/H. Pompa penakar dan pompa air tersebut tersambung dengan mikrokontroler Arduino Nano Atmega328. Takaran pada aplikasi dinyatakan dalam dosis (mL/Liter), yaitu jumlah pestisida cair yang harus dilarutkan dalam 1 liter air, dihitung dalam mililiter (mL). Tabel 2 merupakan hasil pengujian takarannya.

Tabel 2. Pengukuran volume pestisida cair dan air

No.	Input		Output			Selisih		Persentase Galat	
	Dosis (mL/L)	Air (L)	Nilai Tepat Pestisida (mL)	Pestisida (mL)	Air (L)	Pestisida (mL)	Air (L)	Pestisida (%)	Air (%)
1	10	2	20	21	2	1	0	5	0
2	50	4	200	210	3,8	10	0,2	5	5
3	17	1	17	20	1	3	0	17,65	0
4	88	1	88	92	1	4	0	4,55	0
5	15	3	45	48	2,75	3	0,25	6,67	8,3
6	30	3	90	92	2,75	2	0,25	2,2	8,5
7	8	4	32	33	3,65	1	0,35	3,125	8,75
8	50	1	50	51	0,9	1	0,1	2	10
9	15	3	45	47	2,84	2	0,16	4,4	5,3
10	20	2	40	43	1,93	3	0,07	7,5	3,5
11	5	3	15	17	2,73	2	0,27	13,3	9

Pengukuran pestisida cair dan air yang telah dipompa dengan pompa penakar dan pompa air. *Input* adalah data yang dimasukkan oleh *user* melalui *control box*, nilai tepat pestisida adalah jumlah pestisida cair terhadap jumlah air, *output* adalah hasil keluaran dari pengukuran alat, sedangkan selisih adalah perbedaan nilai keluaran dengan nilai tepat pestisida ataupun air. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, selisih dari *input* (nilai tepat pestisida dan air) dengan *output* tidak terlalu banyak. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan adanya persentase galat terendah pada pestisida 2% dan pada air terendah 0%, presentase galat tertinggi pada pestisida 17,65% dan persentase galat air tertinggi 10%. Sedangkan rata-rata galat dari 11 data, pada pompa penakar sebesar 6,49% dan rata-rata galat pada pompa celup air sebesar 4%.

Penghitungan Galat dapat dilihat pada Persamaan 3.

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{\text{Approximate Value} - \text{Exact Value}}{\text{Exact Value}} \right| \times 100\% \quad (3)$$

Perhitungan Galat adalah selisih dari nilai uji alat dengan nilai sebenarnya. Adanya galat pada alat ini, dapat diakibatkan oleh: pompa penakar yang kurang presisi, salah perhitungan dan kesalahan manusia (*Human Error*).

Penutup

Kesimpulan

1. Berdasarkan pengujian alat yang sudah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:
2. Pencampur pestisida otomatis berbasis Arduino Nano ini bekerja sebagai penakar dan pencampur, dengan memasukkan dosis pestisida (mL/L) dan jumlah cairan yang dibutuhkan melalui *Control Box*.
3. Dari pengujian alat ini didapatkan tingkat galat rata-rata pada pestisida cair 6,49% dan air 4%, sehingga diharapkan bisa menekan penggunaan pestisida cair berlebih dan membantu petani dalam membuat campuran pestisida lebih praktis.
4. Alat ini dapat memproses campuran pestisida maksimal 5 L, dikarenakan keterbatasan daya tampung bak.
5. Sistem Otomatis Alat ini terletak pada dasar penakaran dan pengaduk pestisida cair.

Saran

Beberapa saran yang dapat dikembangkan untuk alat ini adalah:

1. Membuat desain bak yang lebih efektif, dengan memposisikan pompa berada di bawah titik terendah permukaan cairan.
2. Pengukuran pada alat ini berdasarkan "*Open-Loop System*", oleh sebab itu untuk mencapai akurasi yang lebih presisi bisa memakai sensor sebagai *feedback*.
3. Untuk skala besar, bisa dibuat desain bak yang dimensinya lebih besar dan pompa penakar yang lebih presisi serta memiliki *flow rate* yang besar juga.
4. Alat ini memerlukan pemeliharaan secara berkala, sehingga diharapkan pengguna dapat meminta petunjuk perawatan dan kalibrasi pada alat ini kepada peneliti.

Daftar Pustaka

- Arif, A. (2015). Pengaruh Bahan Kimia Terhadap Penggunaan Pestisida Lingkungan. 10
- As'adi, B. J. A. (2018). Hubungan Antara Penggunaan Alat Pelindung Diri Pestisida dan Keluhan Kesehatan Petani di Desa Pringgondani Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember.
- Astuti, W., & Widyastuti, C. R. (2016). Pestisida Organik Ramah Lingkungan Pembasmi Hama Tanaman Sayur. 14(2), 6.
- A'yunin, N. Q., Achdiyat, A., & Saridewi, T. R. (2020). Preferensi Anggota Kelompok Tani Terhadap Penerapan Prinsip Enam Tepat (6t) dalam Aplikasi Pestisida. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(3), 253–264. <https://doi.org/10.47492/jip.v1i3.73>
- Bajwa, U., & Sandhu, K. S. (2014). Effect of handling and processing on pesticide residues in food- a review. *Journal of Food Science and Technology*, 51(2), 201–220. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0499-5>
- Edhy, S. (2021). Pedoman Pengawasan Pupuk dan Pestisida Tahun Anggaran 2021. Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian Kementerian Pertanian. <https://psp.pertanian.go.id/pedoman/pedoman-pengawasan-pupuk-dan-pestisida-2021>
- Gevao, B., Semple, K. T., & Jones, K. C. (2000). Bound pesticide residues in soils: A review. *Environmental Pollution*, 108(1), 3–14. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(99\)00197-9](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(99)00197-9)
- Guntoro, D., & Fitri, T. Y. (2013). Aktivitas Herbisida Campuran Bahan Aktif Cyhalofop-Butyl dan Penoxsulam terhadap Beberapa Jenis Gulma Padi Sawah. *Buletin Agrohorti*, 1(1), 140. <https://doi.org/10.29244/agrob.1.1.140-148>
- Haerul, H., Idrus, M. I., & Risnawati, R. (2016). Efektifitas Pestisida Nabati dalam Mengendalikan Hama pada Tanaman Cabai. *Agrominansia*, 3(2), 129–136. <https://doi.org/10.34003/271888>
- Harisman, M. I., Abidin, Z., & Guntoro, D. (2021). Residu Pestisida Organofosfat Pada Beras dan Perilaku Petani dalam Penggunaan Pestisida di Kabupaten Subang, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 5(2), 109. <https://doi.org/10.21082/jpntp.v5n2.2021.p107-115>

- Marlina, M., & Ardi, I. (2019). Gambaran Keselamatan dan Kesehatan Kerja dalam Penggunaan Pestisida pada Petani Sayur di Kelurahan Lamaru Balikpapan. *Identifikasi : Jurnal Ilmiah Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan Lingkungan*, 5(2), 120–131. <https://doi.org/10.36277/identifikasi.v5i2.95>
- Mustapha Jallow, Dawood Awadh, Mohammed Albaho, Vimala Devi, & Nisar Ahmad. (2017). Monitoring of Pesticide Residues in Commonly Used Fruits and Vegetables in Kuwait. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(8), 833. <https://doi.org/10.3390/ijerph14080833>
- Pimentel, D., & Burgess, M. (2014). Environmental and Economic Costs of the Application of Pesticides Primarily in the United States. In D. Pimentel & R. Peshin (Eds.), *Integrated Pest Management* (pp. 47–71). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7796-5_2
- Puspitarani, D. (2016). Gambaran Perilaku Penggunaan Pestisida dan Gejala Keracunan yang Ditimbulkan pada Petani Penyemprot Sayur di Desa Sidomukti Kecamatan Bandungan Kabupaten Semarang. 78.
- Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., & Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418(6898), 671–677. <https://doi.org/10.1038/nature01014>
- Yuantari, M. G. C., Widianarko, B., & Sunoko, H. R. (2015). Analisis Risiko Pajanan Pestisida Terhadap Kesehatan Petani. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10(2), 239. <https://doi.org/10.15294/kemas.v10i2.3387>