

Performance Test of Water Flow Control System and Nozzle Movement in Fountains Integrated with Automatic Plant Irrigation

Suhendra^{1*}, Feby Nopriandy², Irma Fahrizal B.N.³, Ari Rianto⁴

^{1,2,3} Prodi Teknik Mesin Pertanian, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sambas
Jl. Raya Sejangkung, Sambas, Kalimantan Barat, Indonesia

⁴ Prodi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sambas
Jl. Raya Sejangkung, Sambas, Kalimantan Barat, Indonesia

*Corresponding author: aka.suhendra@yahoo.com

Abstract

The presence of fountains in public areas can create a comfortable atmosphere for everyone. Green spaces can provide ecological and aesthetic benefits, so fountains that combine ecological and aesthetic functions were essential. Based on this, research was conducted to test the performance of the water flow control system and nozzle movement control in a fountain integrated with automatic plant irrigation. Water flow testing was conducted by setting the dimmer at angles of 20°, 25°, 30°, 35°, 40°, 45°, 50°, 55°, 60°, and 65°. Nozzle movement testing was carried out by giving servo motor movement commands at angles of 50° – 130° and gradually adding an angle of 4° for each test. The data collected in the study were water flow and nozzle movement accuracy. Based on the test results, the minimum flow rate recorded was 0.141 l/s at an angle of 20°, the maximum flow rate reached 0.775 l/s at an angle of 65°, while the average flow rate from the tests was 0.490 l/s. The nozzle movement system showed an average accuracy of 98.84%, indicating that the system performs very well. The test results showed that the water discharge control and nozzle movement systems were able to produce controlled water jets, both in terms of flow rate and direction.

Keywords: fountain, nozzle movement, performance test, water discharge

Abstrak

Keberadaan air mancur di area publik dapat menciptakan suasana nyaman bagi setiap orang. Ruang hijau dapat menyediakan manfaat ekologis dan estetika, sehingga air mancur yang menggabungkan fungsi ekologis dan estetika sangat diperlukan. Berdasarkan hal tersebut, dilakukan penelitian yang bertujuan melakukan uji kinerja terhadap sistem pengaturan debit air dan pengaturan gerakan *nozzle* pada air mancur yang terintegrasi dengan penyiraman tanaman otomatis. Pengujian debit air dilakukan dengan menyeting *dimmer* pada sudut 20°, 25°, 30°, 35°, 40°, 45°, 50°, 55°, 60°, dan 65°. Pengujian gerakan *nozzle* dilakukan dengan memberikan perintah gerakan motor servo pada sudut 50° – 130° dengan menambahkan secara bertahap sudut sebesar 4° untuk setiap pengujian. Data yang diambil dalam penelitian adalah debit air dan akurasi gerakan *nozzle*. Berdasarkan hasil pengujian, debit minimum tercatat sebesar 0,141 l/detik pada sudut 20°, debit maksimum mencapai 0,775 l/detik pada sudut 65° sedangkan rata-rata debit hasil pengujian adalah 0,490 l/detik. Sistem gerakan *nozzle* menunjukkan rata-rata akurasi 98,84% yang menunjukkan bahwa sistem memiliki performa yang sangat baik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pengaturan debit air dan gerakan *nozzle* yang dibuat mampu menghasilkan semburan air yang terkontrol, baik dari besar debit aliran maupun arah semburan air.

Kata kunci: air mancur, debit air, gerakan *nozzle*, uji performansi

1. Pendahuluan

Pertumbuhan populasi dan urbanisasi yang pesat mendorong peningkatan kebutuhan akan ruang hijau yang dikelola dengan baik di lingkungan perkotaan. Ruang hijau seperti taman kota dan halaman rumah menjadi semakin penting dalam menyediakan manfaat ekologis dan estetika [1].

Air mancur merupakan salah satu elemen arsitektural yang memiliki nilai

estetika tinggi dan dapat meningkatkan kualitas lingkungan sekitar [2]. Keberadaan air mancur di area publik, termasuk kampus, dapat menciptakan suasana yang lebih sejuk dan nyaman bagi mahasiswa dan dosen.

Selain memberikan keindahan visual, air mancur juga dapat membantu meningkatkan sirkulasi udara dan menciptakan lingkungan yang lebih segar.

Penelitian yang dilakukan selama ini masih berfokus pada sistem penyiraman



otomatis untuk lahan pertanian atau taman berskala besar, dan belum banyak studi yang mengkaji integrasi sistem tersebut ke dalam elemen dekoratif seperti air mancur yang juga membutuhkan suplai air secara periodik. Padahal, air mancur berfungsi tidak hanya sebagai dekorasi tetapi juga berpotensi sebagai penyedia pasokan air untuk penyiraman tanaman apabila dirancang secara terpadu. Penelitian selama ini belum melakukan pendekatan sistemik yang menggabungkan fungsi estetika air mancur dan fungsi utilitas penyiraman tanaman dalam satu sistem otomatis berbasis sensor.

Penelitian mengenai pengendalian air mancur cenderung menekankan pada pengaturan aliran air dan konsumsi energi, bukan pada bagaimana air mancur itu sendiri dapat direkayasa ulang sebagai elemen multifungsi yang mendukung ekosistem tanaman di sekitarnya [3]. Hal ini menunjukkan adanya gap teoritis mengenai peran air mancur dalam arsitektur lansekap perkotaan.

Beberapa penelitian yang berhubungan dengan air mancur atau penyiraman otomatis telah banyak dilakukan, namun integrasi dari kedua sistem tersebut masih belum dilakukan. Penelitian tersebut antara lain berupa rancang bangun air mancur otomatis dengan musik [4]. Hasil penelitian ini dapat mengatur keluaran air yang bervariasi tergantung dari suara musik yang dikeluarkan. Penelitian lain berupa rancang bangun sistem kontrol air mancur menggunakan *internet of things* [5], yang mampu mengontrol dan memonitor air mancur dari jarak jauh menggunakan aplikasi Blynk dan laptop. Namun penelitian ini masih sebatas prototipe dan dibuat dalam skala laboratorium. Penelitian lainnya adalah rancang bangun penyiram tanaman hias secara otomatis menggunakan mikrokontroler ESP8266 [6]. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penyiram otomatis ini dapat mengatur waktu penyiraman sesuai dengan kelembaban tanah pada tanaman hias tersebut. Penelitian

berikutnya adalah rancang bangun irigasi pintar pada tanaman cabai berbasis IoT yang dapat membuka dan menutup saluran irigasi dari jarak jauh menggunakan mikrokontroler yang terhubung dengan aplikasi android [7].

Berdasarkan penelitian diatas, dilakukan pengembangan dengan mengintegrasikan air mancur dan penyiraman tanaman yang dapat dioperasikan secara otomatis. Air mancur dirancang dengan *nozzle* yang dapat diatur gerakannya sehingga semburan air mancur akan bervariasi, termasuk dapat diarahkan untuk penyiraman tanaman. Sistem penyiram tanaman akan bekerja secara otomatis berdasarkan waktu. Melalui integrasi ini, terjadi sinergi antara keindahan dan fungsi, yang belum banyak dieksplorasi dalam penelitian terdahulu.

Beberapa sistem menggunakan PWM yang digunakan dalam *dimmer* untuk mengontrol kekuatan semburan air dengan mengatur debit aliran air mancur, memungkinkan penciptaan pola air mancur yang dinamis [8,9]. Penggunaan PWM dapat meningkatkan efisiensi energi karena motor hanya akan menggunakan daya yang diperlukan [10].

Sistem air mancur yang terintegrasi dengan penyiraman otomatis merupakan jawaban terhadap berbagai tantangan teknis, dan estetika dalam pengelolaan ruang hijau modern. Penelitian ini diharapkan mampu menghadirkan sistem integrasi yang tidak hanya efisien dan efektif secara fungsional, tetapi juga menarik secara visual dan layak diterapkan dalam berbagai konteks penggunaan di lingkungan perkotaan masa kini dan masa depan.

Penelitian berupa integrasi air mancur dan penyiraman tanaman dalam satu sistem otomatis menawarkan solusi inovatif yang mampu memaksimalkan pemanfaatan air, meningkatkan efisiensi energi, serta meningkatkan nilai estetika lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah melakukan uji kinerja terhadap sistem pengaturan debit air dan sistem pengaturan gerakan *nozzle* pada air mancur yang terintegrasi dengan

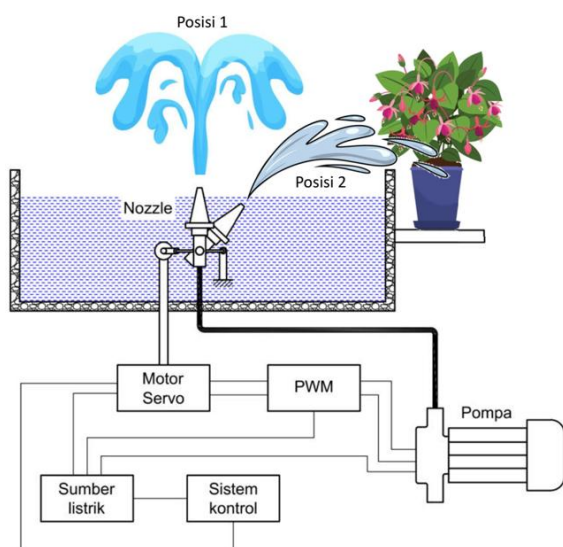
penyiraman tanaman otomatis.

2. Metode Penelitian

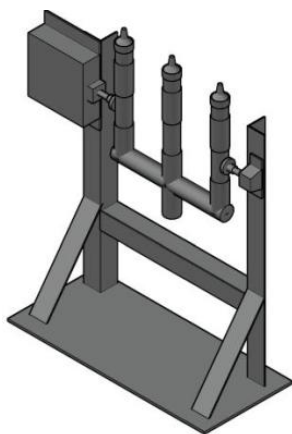
Tahapan pelaksanaan penelitian ini secara umum meliputi perancangan sistem, pembuatan komponen, perakitan komponen, uji kinerja dan analisis data hasil pengujian.

Alat yang digunakan dalam pengambilan data adalah ember, *stopwatch*, protaktor dan gelas ukur. Bahan yang digunakan dalam pengujian adalah air kolam.

Perancangan sistem air mancur yang terintegrasi dengan penyiraman tanaman otomatis secara umum dapat dilihat pada Gambar 1. Pada desain ini, *nozzle* berfungsi menyemprotkan air untuk menghasilkan air mancur serta menyemprotkan air untuk menyiram tanaman.



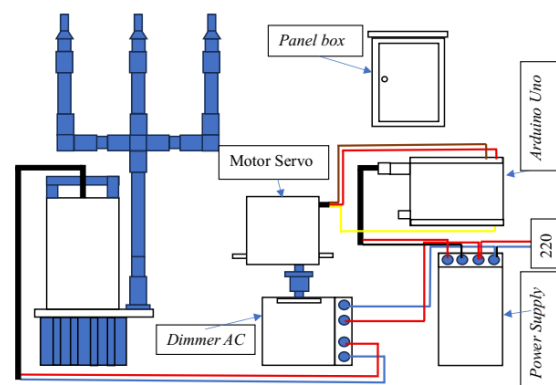
Gambar 1. Desain sistem air mancur dan penyiram tanaman otomatis



Gambar 2. Desain rangka dan dudukan komponen.

Pembuatan sistem dimulai dengan pembuatan rangka dan dudukan komponen sebagaimana ditampilkan gambar 2. Tahapan berikutnya adalah membuat sistem pengaturan debit air dan pengaturan sistem gerakan *nozzle*.

Desain sistem pengaturan debit air dapat dilihat pada Gambar 3. Pengaturan debit dilakukan dengan memvariasikan besar sudut gerakan *dimmer*. Pengaturan ini berfungsi untuk mengubah tegangan listrik yang dialirkan ke pompa. Pengaturan debit air memungkinkan pengendalian tinggi, volume, dan kekuatan semburan air yang dihasilkan. Dengan mengatur debit, operator dapat menciptakan efek visual yang bervariasi sesuai kebutuhan desain, seperti semburan tinggi, semprotan kabut, atau aliran lembut.

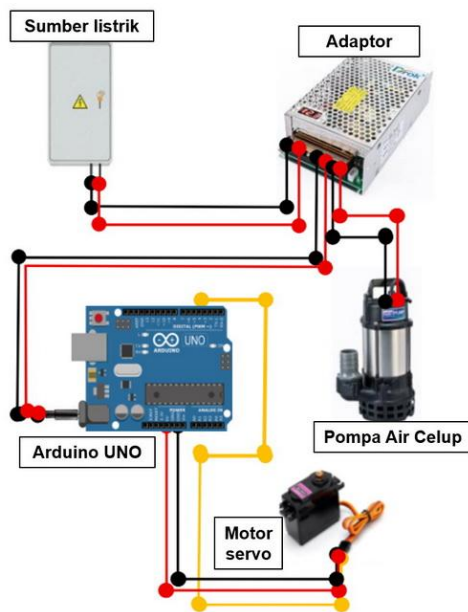


Gambar 3. Desain sistem pengaturan debit air

Desain sistem pengaturan gerakan *nozzle* dapat dilihat pada Gambar 4. Pengaturan gerakan *nozzle* dilakukan dengan mengatur gerakan motor servo untuk menarik dan mendorong mekanisme gerakan *nozzle*. Prosesnya dilakukan dengan cara mengirimkan sinyal dari Arduino ke motor servo dan memverifikasi sudut gerak menggunakan alat ukur. Pengaturan ini berperan penting dalam menciptakan dinamika pola semburan air yang dapat difungsikan juga untuk penyiraman tanaman. *Nozzle* yang bergerak mengikuti pola tertentu akan menghasilkan tampilan air mancur yang lebih atraktif dan hidup.

Pengujian data dalam penelitian ini meliputi pengujian sistem pengaturan debit air dan gerakan *nozzle*. Proses pengambilan

data untuk sistem pengaturan debit air dilakukan dengan cara mengatur sudut pada *dimmer*. Penyetingan pada *dimmer* dilakukan dengan menambahkan sudut sebesar 5° untuk setiap pengujian. Sudut yang digunakan adalah 20°, 25°, 30°, 35°, 40°, 45°, 50°, 55°, 60°, dan 65°. Air yang keluar dari *nozzle* ditampung menggunakan wadah dalam waktu 10 detik, selanjutnya menghitung volume air keluar *nozzle* menggunakan gelas ukur.



Gambar 4. Desain sistem pengaturan gerakan *nozzle*

Debit air adalah jumlah volume air yang mengalir melalui suatu penampang tertentu dalam satu satuan waktu, dinyatakan dalam liter per detik (l/s) atau meter kubik per detik (m³/s). Debit menggambarkan seberapa besar aliran air dalam saluran. Besarnya debit air dapat dihitung menggunakan persamaan 1 [11,12].

$$Q = v/t \quad (1)$$

Keterangan :

Q = debit aliran (m³/detik)

v = volume (m³)

t = waktu (detik)

Pengujian sistem gerakan *nozzle* dilakukan dengan mengatur gerakan motor servo untuk menggerakkan mekanisme gerakan *nozzle*. Gerakan motor servo diuji dengan sudut perintah 50° – 130° dengan menambahkan secara bertahap sudut

sebesar 4° untuk setiap pengambilan data. *Nozzle* yang terhubung dengan motor servo diuji untuk memastikan stabilitas, presisi, dan rentang pergerakannya tanpa hambatan mekanis. Pengujian dilakukan dengan 10 kali pengulangan.

Pengujian tingkat akurasi gerakan *nozzle* dapat diukur menggunakan protaktor. Nilai akurasi dihitung menggunakan persamaan 2 [13,14].

$$Ak = 1 - (Ns - Np) / Ns \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

Ak = Akurasi (%)

Ns = Nilai standar (mm)

Np = Nilai pengukuran (mm)

Analisis hasil pengujian bertujuan mengevaluasi kinerja sistem pengaturan debit air dan gerakan *nozzle* pada air mancur. Data pengujian debit air dianalisis untuk melihat hubungan antara sudut putar *dimmer* dan volume air yang keluar. Pengujian gerakan *nozzle* difokuskan pada akurasi sudut putar motor servo berdasarkan sinyal dari Arduino.

Sistem pengaturan debit dan pengendalian gerakan *nozzle* diharapkan mampu mengendalikan debit dan arah semburan air serta menghasilkan pancuran air yang adaptif dan multifungsi sebagai media penyiraman tanaman.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil Konstruksi



Gambar 5. Hasil konstruksi sistem air mancur

Hasil rekayasa sistem air mancur yang terintegrasi dengan penyiram tanaman otomatis tersaji pada Gambar 5.

Spesifikasi air mancur dengan sistem pengaturan debit air dan gerakan *nozzle* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi air mancur dengan sistem pengaturan debit air dan gerakan *nozzle*

No	Nama Komponen	Spesifikasi
1	Dimensi sistem (PxLxT)	40 cm x 20 cm x 56 cm
2	Bahan rangka	Baja ringan
3	Dudukan rangka (PxL)	20 x 40 cm
4	Mikrokontroler	Arduino Uno 12V
6	Pompa celup AC	220V 450W
7	Power supply	5V 30A
8	Motor servo	MG996R 5-6V
9	Dimmer AC	SCR 220V 2.000W
10	Nozzel	Bahan kuningan ½ inch
11	Pipa ¾	Bahan galvanis
12	Pipa ½	Bahan galvanis
13	Poros	Bahan kuningan, berdiameter 8 mm
14	Flange Coupling	Dia. dalam 8 mm, Dia. luar 16 mm
15	Box servo	Bahan plastik ABS, 40 x 60 mm
16	Selang AC ¾ inch	Bahan plastik
17	Elbow	½ Inch
18	Panel box	20 cm x 30 cm x 12 cm

Hasil Pengujian

a. Pengujian debit aliran air

Data hasil pengujian pengaturan debit air dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 2. Data hasil pengujian debit air

No.	Sudut <i>dimmer</i>	Volume air (ml)	Waktu (detik)	Debit (l/detik)
1	20°	1.410	10	0,141
2	25°	2.190	10	0,219
3	30°	2.910	10	0,291
4	35°	3.830	10	0,383
5	40°	4.570	10	0,457
6	45°	5.710	10	0,571
7	50°	6.310	10	0,631
8	55°	6.940	10	0,694
9	60°	7.350	10	0,735
10	65°	7.750	10	0,775
Rata-rata				0,490
Maksimal				0,775
Minimal				0,141

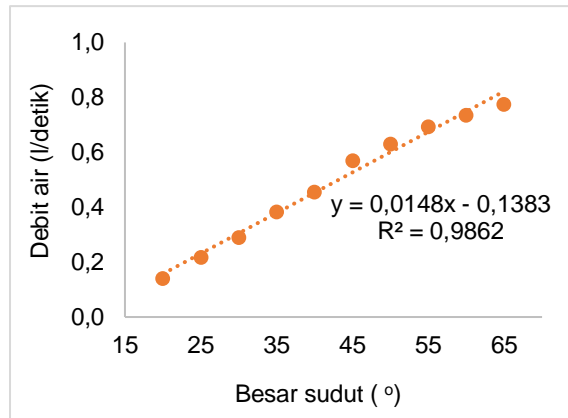
Pengujian dilakukan dengan mengubah sudut *dimmer* dari 20° hingga 65° secara bertahap, dengan mengukur besarnya debit air yang keluar *nozzle* pada setiap variasi sudut. Berdasarkan data hasil pengujian pada Tabel 2., terlihat bahwa terdapat kenaikan rata-rata debit air secara konsisten seiring bertambahnya sudut. Nilai minimal debit yang dihasilkan adalah 0,141 l/detik yang diperoleh pada pengaturan sudut *dimmer* 20°. Data ini menunjukkan bahwa pompa hanya bekerja pada kapasitas minimal. Ketika sudut *dimmer* dinaikkan menjadi 25°, debit naik menjadi 0,219 l/detik. Tren peningkatan ini terus berlanjut secara konsisten hingga mencapai debit maksimum sebesar 0,775 l/detik pada sudut *dimmer* 65°. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat hubungan linier positif antara sudut *dimmer* dan debit air dimana semakin besar sudut, semakin besar pula volume air yang mampu keluar dalam satuan waktu tertentu.

Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa debit air dipengaruhi oleh sudut pengaturan *dimmer*, yang secara tidak langsung mengatur besar kecilnya energi listrik yang masuk ke pompa air. Hasil penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa penggunaan *dimmer* sangat efektif untuk mengatur besarnya debit air [15].

Rata-rata debit dari seluruh pengujian adalah 0,490 l/detik. Berdasarkan kenaikan debit relatif terhadap perubahan sudut *dimmer*, kenaikan dari 20° ke 25° menghasilkan peningkatan debit sebesar 0,078 l/detik, sementara dari 25° ke 30° kenaikannya 0,072 l/detik. Peningkatan ini tidak selalu konstan, tetapi tren keseluruhan menunjukkan pola yang mendekati linier. Hal ini sesuai dengan prinsip kerja pompa yang dikendalikan oleh tegangan input dimana semakin besar tegangan, semakin cepat putaran motor, dan semakin banyak air yang terpompa.

Grafik pada Gambar 6 menunjukkan hubungan linier positif antara besar sudut *dimmer* dengan debit air yang dihasilkan. Persamaan regresi linier yang diperoleh adalah $y = 0,0148x - 0,1383$, dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,9862$. Nilai R^2

yang sangat tinggi ini menandakan bahwa variasi debit air hampir seluruhnya dapat dijelaskan oleh perubahan sudut *dimmer*, sehingga hubungan keduanya sangat kuat dan signifikan.



Gambar 6. Grafik hubungan antara besar sudut *dimmer* dan debit air

b. Pengujian gerakan *nozzle*

Pengendalian gerakan *nozzle* pada sistem air mancur bertujuan untuk menghasilkan arah semburan air yang presisi sesuai dengan sudut perintah yang diinputkan. Akurasi sudut sangat penting karena menentukan bentuk, arah, dan estetika air mancur secara keseluruhan. Data hasil pengujian gerakan *nozzle* dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan data hasil pengujian, terlihat bahwa rata-rata akurasi sistem mencapai 98,84%, yang menunjukkan performa sangat baik. Selisih antara sudut perintah dan sudut aktual berkisar antara 0° hingga 2,33°, atau menghasilkan rata-rata selisih 0,92°. Selisih terbesar terjadi pada sudut perintah 50° dengan selisih 2,33°, menghasilkan akurasi minimum sebesar 95,34%. Sementara itu, pada sudut perintah 118°, sudut aktual sama persis dengan perintah, sehingga diperoleh akurasi sempurna yaitu 100%.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai akurasi berada di atas 98%, memperlihatkan bahwa respon aktuator sangat dekat dengan nilai referensi. Hal ini menegaskan bahwa pengendalian maupun perangkat keras yang digunakan mampu meminimalkan error secara efektif. Hasil pengujian ini hampir sama dengan

penelitian yang menggunakan motor servo SG90 untuk mengontrol sudut dinamis dengan tingkat *error* sekitar 1,9% [16]. Ketidakesesuaian kecil yang masih muncul dapat dianggap wajar dalam sistem mekanik dan tidak terlalu berpengaruh pada kinerja keseluruhan, terutama untuk aplikasi air mancur.

Tabel 3. Data hasil pengujian gerakan *nozzle*

No	Sudut perintah (°)	Sudut aktual (°)	Selisih sudut (°)	Akurasi
1	50	52,33	2,33	95,34%
2	54	55,00	1,00	98,15%
3	58	58,33	0,33	99,43%
4	62	61,00	1,00	98,39%
5	66	65,67	0,33	99,50%
6	70	69,00	1,00	98,57%
7	74	72,67	1,33	98,20%
8	78	78,33	0,33	99,58%
9	82	83,67	1,67	97,96%
10	86	87,33	1,33	98,45%
11	90	90,67	0,67	99,26%
12	94	94,67	0,67	99,29%
13	98	98,67	0,67	99,32%
14	102	102,67	0,67	99,34%
15	106	107,00	1,00	99,06%
16	110	110,67	0,67	99,39%
17	114	115,00	1,00	99,12%
18	118	118,00	0,00	100,00%
19	122	121,33	0,67	99,45%
20	126	125,00	1,00	99,21%
21	130	128,33	1,67	98,72%
Rata-rata akurasi			0,92	98,84%
Maksimal			2,33	100,00%
Minimal			0	95,34%

Berdasarkan hasil pengujian, sistem yang dirancang mampu menghasilkan semburan air yang terkontrol, baik dari sisi besar debit aliran maupun arah semburan air. Pengujian debit aliran memperlihatkan adanya hubungan linier positif yang sangat kuat antara sudut pengaturan *dimmer* dan debit air yang dihasilkan. Semakin besar sudut *dimmer*, semakin besar pula debit air yang keluar dari *nozzle*. Hal ini berdampak langsung pada karakteristik pancuran air, terutama tinggi semburan, kerapatan aliran, dan jangkauan air yang dihasilkan.

Akurasi gerakan *nozzle* sangat mempengaruhi kualitas pancuran air yang dihasilkan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pengendalian *nozzle* memiliki

tingkat akurasi rata-rata sebesar 98,84%, dengan selisih sudut yang sangat kecil antara sudut perintah dan sudut aktual. Tingginya akurasi ini memastikan bahwa arah pancuran air dapat diarahkan secara tepat ke area yang diinginkan, baik untuk membentuk pola air mancur tertentu maupun untuk menyiram tanaman pada lokasi yang spesifik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian terhadap sistem pengaturan debit air, debit minimum diperoleh sebesar 0,141 l/detik pada sudut 20°, sedangkan debit maksimum mencapai 0,775 l/detik pada sudut 65°. Rata-rata debit dari keseluruhan pengujian adalah 0,490 l/detik. Hasil pengujian debit aliran memperlihatkan adanya hubungan linier positif antara sudut pengaturan dimmer dan debit air yang dihasilkan. Sistem yang dirancang mampu menghasilkan semburan air yang terkontrol.

Sistem gerakan *nozzle* menunjukkan rata-rata akurasi 98,84%. Selisih sudut antara perintah dan aktual berkisar antara 0° hingga 2,33°, dengan akurasi minimum sebesar 95,34% dan maksimum mencapai 100%. Akurasi gerakan *nozzle* sangat mempengaruhi arah pancuran air yang dihasilkan. Tingginya akurasi ini memastikan bahwa arah pancuran air dapat diarahkan secara tepat ke area yang diinginkan.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan sebesar-besarnya kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Sambas yang telah mendanai kegiatan penelitian ini melalui dana DIPA Poltesa tahun 2025.

Referensi

[1] Agarwal R, Singh AN, Verma KK, Kumar A, Singh HP, Maurya A. Sensor based Automatic Irrigation System. 2024 4th International Conference on Emerging Frontiers in

Electrical and Electronic Technologies (ICEFEET), IEEE; 2024, p. 1–4.

- [2] Miranda JFDS. Resort Air Terjun Kembang Soka Kulon Progo Dengan Pendekatan Arsitektur Bioklimatik. Universitas Atma Jaya Yogyakarta, 2020.
- [3] Borreguero C de la F, Albendea AF. Ornamental fountains: Energy and Water savings as well as improving the service level. *Dyna (Medellin)* 2018;93.
- [4] Ratna S. Air mancur otomatis dengan musik berbasis arduino. *Technologia: Jurnal Ilmiah* 2019;10:179–85.
- [5] Tugino, Azari MF, Prasojo J. Rancang Bangun Sistem Kontrol Air Mancur Menggunakan Internet Of Things. *Prosing Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XV (ReTII)*, 2020, p. 134–9.
- [6] Nadzif ZNZ. Rancang Bangun Penyiraman Otomatis Untuk Tanaman Hias Berbasis Mikrokontroler ESP8266. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)* 2021;8:2119–30.
- [7] Ali D, Suharjo I. Rancang Bangun Smart Irrigation Tanaman Cabai Berbasis IoT. *Journal Of Information System And Artificial Intelligence* 2022;3:57–64.
- [8] Devita R, Zain RH, Syafriani T. Pengontrolan pola dancing fountain berirama music menggunakan android berbasis mikrokontroler arduino. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Pendidikan* 2020;13:104–10.
- [9] Ramadhaningrum R, Hidayatullah R, Afidh RFF. Prototype Kran Wudhu Otomatis Berbasis Arduino Uno. *JOSTECH Journal of Science and Technology* 2021;1:115–23.
- [10] Prayogo SS, Paragya D, Permadi Y, Kusuma TM. Living Fountain - Sistem Kendali pada Air Mancur berdasarkan Gerakan Rangka Tubuh. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi*

- Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika 2023;11:594.
- [11] Siswanto M, Al Isbilly H, Parwanti A, Ali M. Pengaturan Debit Air Berdasarkan Volume Air Dalam Tangki Berbasis Imperialis Competitive Algorithm (ICA). *Jurnal Intake* 2017;8.
- [12] Suhendra S. *Konsep Dasar dan Aplikasi Mekanika Fluida Bidang Teknik Mesin*. Ponorogo, Jawa Timur: Uwais Inspirasi Indonesia 2019.
- [13] Apriani W, Nopriandy F, Suhendra S, Rianto A. Pengembangan Alat Angkut TBS Kelapa Sawit dengan Sistem Timbangan dan Pencurahan Bahan. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin* 2023;12.
- [14] Saputra D, Suhendra S, Nopriandy F, Rahmadanti R. Pembuatan Alat Ukur Kekentalan Madu Lebah Trigona (*Trigona Sp.*) Berbasis Arduino dengan Metode Bola Jatuh. *Mekanisasi: Jurnal Teknik Mesin Pertanian* 2023;1:57–63.
- [15] Darmawan AA, Afifah K. Rancang Bangun Sistem Pemilahan Lele Otomatis dan Pengaruh Dimmer Terhadap Debit Pompa Air. *Jurnal Serambi Engineering* 2024;9.
- [16] Al Hayubi R, Aulia S, Gunawan DA, Hidayatullah S, Aribowo D. Implementasi Sistem Penggerak Servo SG 90 Berbasis Arduino Uno dengan Kontrol Sudut Dinamis. *Mars J Tek Mesin, Ind Elektro Dan Ilmu Komput* 2024;2:130–40.