

Studi Eksperimen Kinerja Sensor Water Level dan Sensor Raindrop melalui Pengukuran Tegangan Analog

Siti Fadilah Sucaga¹, Andi Muthia Ainun Zahra² Presepvianto Estu Broto^{3*}

^{1,2,3} Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.

Email *: prasepvianto@uin-alauddin.ac.id

ABSTRACT: *The water level sensor and raindrop sensor are essential components in water monitoring systems that require performance evaluation to ensure measurement accuracy. Previous studies have been limited in analyzing the differences in error rates between the two sensors and in combining voltage output analysis with error measurement. Therefore, this study aims to analyze the analog output voltage of both sensors and calculate the error rate in their measurements. The method includes testing the water level sensor at varying water heights with increments of 0.4 cm up to 4 cm and testing the raindrop sensor with variations in raindrop volume. The experiment was conducted using tools such as a digital multimeter, power supply, ruler, tissue, and other supporting equipment. Measurement results show that the water level sensor has a relatively low error rate, ranging from 0.166965% to 7.259148%. Meanwhile, the raindrop sensor produces voltage variations between 1.6 V and 4.8 V, with an error rate of 1.74679% to 14.89631%. The main contribution of this study is providing a comparative analysis of the accuracy of both sensors and emphasizing the need for further calibration of the raindrop sensor to improve its accuracy in detecting water droplets. The implications of this research indicate that the water level sensor is more stable for water level monitoring applications, whereas the raindrop sensor requires more careful management to enhance its reliability in rain detection*

Keyword: *Measurement, Sensors, Raindrop, Water level.*

ABSTRAK: Sensor water level dan sensor raindrop merupakan komponen penting dalam sistem monitoring air yang memerlukan evaluasi performa untuk memastikan akurasi pengukuran. Penelitian sebelumnya masih terbatas dalam analisis perbedaan tingkat kesalahan (error rate) antara kedua sensor serta dalam kombinasi analisis tegangan keluaran dan error yang dihasilkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keluaran analog berupa tegangan dari kedua sensor serta menghitung tingkat kesalahan dalam pengukurannya. Metode yang digunakan meliputi pengujian sensor water level pada ketinggian air bervariasi setiap kenaikan 0.4 cm hingga 4 cm, serta pengujian sensor raindrop dengan variasi volume rintik air. Percobaan dilakukan menggunakan alat seperti multimeter digital, power supply, penggaris, tisu, dan perangkat pendukung lainnya. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa sensor water level memiliki tingkat error yang relatif rendah, berkisar antara 0.166965% hingga 7.259148%. Sementara itu, sensor raindrop menghasilkan perubahan tegangan antara 1.6 V hingga 4.8 V dengan tingkat error sebesar 1.74679% hingga

**corresponding author*

email: prasepvianto@uin-alauddin.ac.id

14.89631%. Kontribusi utama penelitian ini adalah memberikan analisis komparatif terhadap akurasi kedua sensor dan menekankan perlunya kalibrasi lebih lanjut pada sensor raindrop untuk meningkatkan keakuratannya dalam mendeteksi tetesan air. Implikasi dari penelitian ini menunjukkan bahwa sensor water level lebih stabil untuk aplikasi pemantauan ketinggian air, sedangkan sensor raindrop memerlukan pengelolaan yang lebih cermat untuk meningkatkan reliabilitasnya dalam deteksi hujan.

Kata Kunci: Pengukuran, Raindrop, Sensor, Water level.

PENDAHULUAN

Sensor merupakan perangkat yang mendeteksi perubahan besaran fisik dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Dalam penelitian ini, digunakan dua jenis sensor, yaitu sensor *water level* untuk mendeteksi ketinggian air dan sensor raindrop untuk mendeteksi keberadaan rintik hujan. Sensor *water level* bekerja dengan mengukur perubahan tegangan berdasarkan ketinggian air, sedangkan sensor raindrop menggunakan perubahan resistansi akibat kontak dengan air. Kedua sensor ini memiliki keluaran analog yang dapat dianalisis untuk mengevaluasi akurasi pengukuran. Macam-macam sensor yang digunakan pada umumnya diantaranya Sensor Jarak Dan Pendeteksi Objek, Sensor Gas, Sensor Pengukuran Suhu, Sensor Berbasis Resistor Variabel dan Sensor Terkait dengan Air (Gunadi, 2022).

Sensor yang mampu mendeteksi air telah diaplikasikan pada lingkungan terutama pada area perkotaan untuk menilai kualitas air. Berdasarkan penelitian sebelumnya, agar nilai dari keakuratan sensor maksimal maka dibutuhkan proses kalibrasi yang berkala untuk menyesuaikan perubahan kondisi atmosfer hingga mengakibatkan kinerja sensor (Concas dkk., 2021). Simulasi untuk pemodelan sensor biasanya terkendala pada kesalahan dalam pengukuran. (Wang dkk., 2021). Mengenai pengujian air terdapat beberapa sensor yang bisa digunakan dua diantaranya yaitu *water level* dan *raindrop* kedua sensor ini dapat mendeteksi keberadaan air dengan prinsip kerja masing-masing. Sensor *water level* bekerja dengan mendeteksi ketinggian air berdasarkan perubahan resistansi dan tegangan. Semakin tinggi *level* air, resistansi akan menurun, yang menyebabkan perubahan tegangan keluaran sensor. Sensor ini dapat digunakan untuk memberikan sinyal ketika air mencapai *level* tertentu.

Pengujian dengan menggunakan sensor pendeteksi air juga telah dilakukan di beberapa penelitian sebelumnya, seperti pada pengujian permeabilitas pada tanah memerlukan pengukuran ketinggian air secara berkala, untuk menentukan kehilangan sistem, berdasarkan hasil pengukuran lapangan, tidak menggambarkan dengan cara mendalam mengenai beberapa kasus yang spesifikasi untuk kondisi pada pengujian (Blanco-Gómez dkk., 2024). Namun pengujian ketinggian air juga merupakan hal utama dalam melakukan proses pengelolaan kebutuhan manusia, (Kawakami dkk., 2016). Penerapan ini secara

sempurna telah memenuhi persyaratan teknologi sensor (Jin, 2024). Selain ketinggian air sangat penting untuk mengetahui keberadaan air yang berupa rintikan hujan melalui pengaplikasian *raindrop*.

Sensor pendeteksi rintik hujan memiliki prinsip kerja yang tidak jauh berbeda dengan sensor ketinggian air, *raindrop* memiliki *output* analog sensor ini juga memiliki keluaran resistansi dan tegangan yang tinggi ketika tidak ada rintikan hujan dan akan mengalami penurunan jika terjadi hujan. Sensor ini sangat dibutuhkan untuk mengetahui variasi intensitas air maupun pola curah hujan. Beberapa komponen yang digunakan dan saling terhubung untuk menghasilkan suatu peringatan apabila terjadinya perubahan pada lingkungan terutama pada perubahan air. Berdasarkan uraian di atas, maka diperlukan alat kur yang dapat mendeteksi air baik itu *level* air maupun rintik hujan dengan menggunakan sensor berskala kecil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai tegangan yang ada pada sensor, untuk mengetahui nilai kesalahan dalam pengukuran sensor serta mengetahui prinsip kerja pada sensor pendeteksi air. Sensor *water level* dan rintik hujan digunakan sebagai pendeteksi air untuk mengetahui tingkat ketinggian air yang telah ditentukan dan sensor *raindrop* mendeteksi adanya rintik hujan. Hasil dari pengukuran tegangan dapat dilihat pada tampilan multimeter digital yang berfungsi sebagai alat ukur pembaca tegangan keluaran secara analog kedua sensor pendeteksi air.

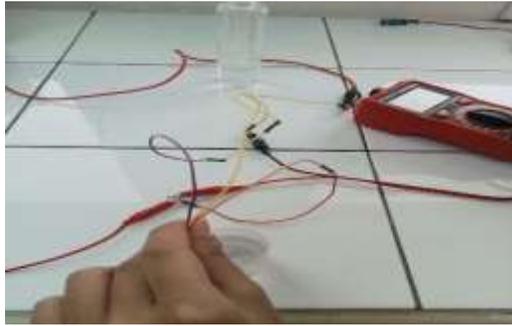
METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi dua sensor pendeteksi air yaitu, sensor *water level* dan *raindrop*. Karakterisasi dilakukan untuk mengetahui nilai akurasi, dan kelinieran pada sensor (Annas dkk., 2022). Terdapat tiga tahap yang dilalui dalam uji pengujian pada dua sensor berikut: Tahap pertama pembacaan *datasheet* sensor, pembacaan *datasheet* dilakukan untuk memahami spesifikasi teknis sensor, cara kerja, dan karakteristik masing-masing sensor (sensor *water level* dan *raindrop*). Informasi dari *datasheet* dapat digunakan dalam menentukan bagaimana sensor harus dirangkai, dioperasikan, dan dikalibrasi hingga menghasilkan data yang akurat. Tahap kedua adalah proses merangkai sensor dan komponen lainnya. tahap ini memastikan bahwa setiap komponen sensor terhubung dengan benar, baik secara fisik maupun elektris, sehingga dapat membaca data secara akurat. Tahap ketiga adalah analisis data yang dihasilkan dari sensor, dengan tujuan mengetahui nilai akurasi pengukuran, dan tingkat kelinieran dari kedua sensor (sensor *water level* dan *raindrop*). Dalam menganalisis data yang dihasilkan juga diperluka nilai % *error* yang menunjukkan sensor bekerja secara maksimal. Untuk mengetahui nilai % *error* dari sensor maka digunakan nilai *output* tegangan dari sensor yang kemudian dianalisis dengan persamaan berikut:

$$\% \text{ error} = \left| \frac{\text{nilai pengukuran} - \text{nilai kalibrasi}}{\text{nilai kalibrasi}} \right| \times 100\%$$

Beberapa tahap diatas digunakan untuk memastikan sensor dapat berfungsi dengan baik dan menghasilkan data yang akurat. Tahap-tahap yang meliputi pemahaman spesifikasi sensor melalui *datasheet*, merangkai sensor dengan benar, dan menganalisis nilai tegangan *otuput* sensor. Setelah persiapan selesai, pengujian dilakukan untuk memastikan kinerja sensor berdasarkan akurasi dan kelinieran.

1. Sensor *Water level*



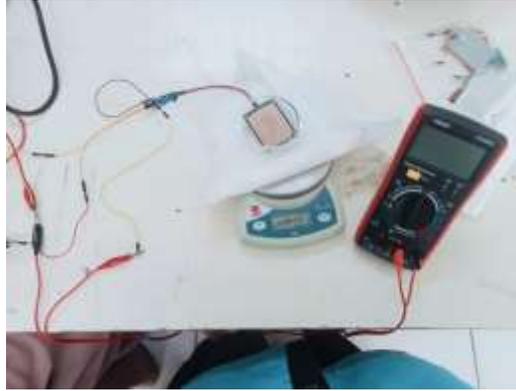
Gambar 1. Rangkaian Pada Sensor *water level*

Pertama-tama menyiapkan alat dan bahan seperti yang di ilustrasikan pada gambar 1, kemudian merangkai sesuai informasi dari *datasheet* dengan cara menghubungkan sensor pada multimeter dan sumber tegangan, pada sensor ketinggian air tanpa menggunakan modul maka dihubungkan secara langsung melalui kabel penghubung capit buaya dan *jumper* dari sensor menuju *power suplay* dan multimeter, dimana terdapat tiga pin pada sensor yaitu (s, -, dan +) dihubungkan dengan perintah pada pin yang melalui petunjuk pada lambang (s) adalah sinyal, (-) adalah sambungan negatif untuk sinyal dan *power supply* (+) adalah sambungan positif pada *power supply*.

2. Pengujian Pada Sensor *Raindrop*

komponen khusus yang dibutuhkan pada sensor *raindrop* adalah modul dari sensor. Terdapat dalam dua bagian yaitu pelat PCB (detektor) untuk tetesan air hujan yang terkena bantalan sensor dan rangkaian penguat (+) sebagai komparator yang akan mengirimkan data (Widodo & Sumaedi, 2023) ke multimeter. Rangkaian dalam penggunaan sensor di tunjukkan pada gambar 2 dimana, modul sensor rintik hujan memiliki 4 pin yang keduanya merupakan pin keluaran analog dan digital. Pada pengujian ini lebih berfokus pada pengujian sensor secara analog maka pin yang dihubungkan dengan multimeter adalah A0 karena

merupakan keluaran analog. Proses penghubung antara sensor, *power supply* dan sinyal sama pada sensor ketinggian air.



Gambar 2. Rangkaian pada *Raindrop Sensor*

Setelah sensor telah dihubungkan dengan sinyal dan sumber tegangan kemudian lakukan pengukuran pada resistansi dan tegangan yang dihasilkan pada sensor dengan memberikan perlakuan air berdasarkan volume maupun ketinggian yang telah ditentukan. Untuk mengetahui persen *error* pada hasil pengukuran maka dilakukan pengukuran acak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengevaluasi akurasi sensor *water level* dan sensor *raindrop*, dilakukan analisis tingkat kesalahan (*error rate*) berdasarkan selisih antara nilai pengukuran sensor dengan nilai referensi yang diperoleh dari alat ukur yang telah dikalibrasi. Validitas dan reliabilitas alat ukur yang digunakan, seperti multimeter digital, diperiksa sebelum pengukuran dengan membandingkan hasil pengukuran dengan sumber tegangan standar. Multimeter yang digunakan telah dikalibrasi dan memiliki ketidakpastian pengukuran dalam batas toleransi yang dapat diterima untuk penelitian ini. Selain itu, setiap pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali untuk mengurangi kemungkinan kesalahan sistematis dan mendapatkan hasil yang lebih representatif. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa sensor *water level* memiliki *error rate* yang lebih rendah dibandingkan sensor *raindrop*, dengan nilai *error* yang meningkat seiring dengan bertambahnya ketinggian air. Sementara itu, sensor *raindrop* menunjukkan variasi tegangan yang lebih besar, yang mengindikasikan perlunya metode kalibrasi tambahan untuk meningkatkan akurasi.

1. Pengukuran Tegangan Pada Sensor

Proses pengukuran pada sensor *water level* dilakukan untuk mendapatkan keluaran dalam bentuk tegangan listrik, yang kemudian diamati menggunakan multimeter sebagai

sinyal analog. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara ketinggian air dengan tegangan keluaran sensor. Dalam percobaan, ketinggian air divariasikan pada beberapa titik, yaitu 0.4 cm, 0.8 cm, 1.2 cm, 1.6 cm, 2.0 cm, 2.4 cm, 2.8 cm, 3.2 cm, 3.6 cm, dan 4.0 cm. Hasil pengukuran menunjukkan bagaimana tegangan keluaran sensor berubah seiring dengan peningkatan ketinggian air, dan kemudian dianalisis untuk memahami karakteristik sensor dalam mendeteksi *level* air secara akurat.

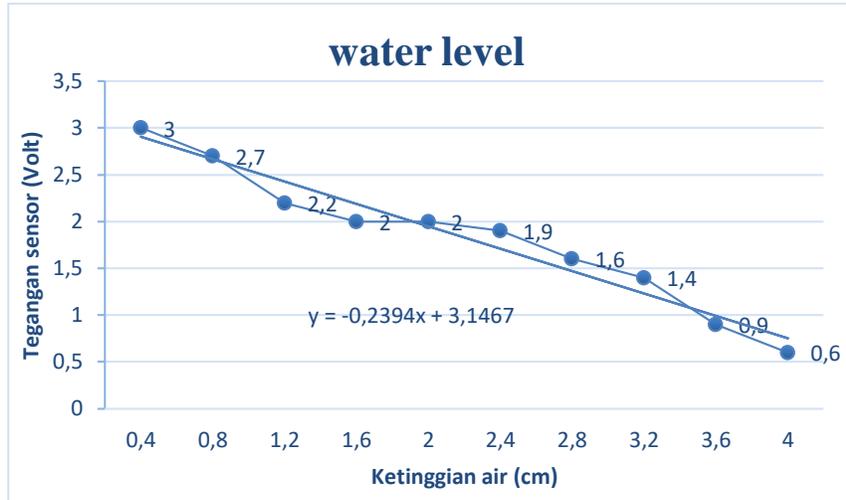
Tabel 1. Hasil Pengukuran Pada Sensor *Water level*

Ketinggian (cm)	Tegangan (Volt)	Kalibrasi	%Error	Rata- Rata % Error
0.4	3	3.05094	0.166965%	
0.8	2.7	2.95518	0.863501%	
1.2	2.2	2.85942	2.306132%	
1.6	2	2.76366	2.76322%	
2	2	2.6679	2.503467%	3.1603 %
2.4	1.9	2.57214	2.613155%	
2.8	1.6	2.47638	3.538956%	
3.2	1.4	2.38062	4.119179%	
3.6	0.9	2.28486	6.061028%	
4	0.6	2.1891	7.259148%	

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa setiap ketinggian air yang terdeteksi oleh sensor menghasilkan keluaran tegangan yang bervariasi. Sensor diberikan tegangan suplai sebesar 5 volt. Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Habibi (2018), rata-rata persen *error* sensor dalam mengukur ketinggian air adalah 2,42%. Namun, dalam penelitian ini, hasil keterbacaan sensor menunjukkan rata-rata % *error* yang cukup tinggi, yaitu sebesar 11,95%. Hal ini mengindikasikan adanya perbedaan akurasi sensor dalam pengukuran ketinggian air dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya, hal tersebut dapat terjadi karena pengaruh dari faktor jenis sensor, kondisi lingkungan, atau metode pengujian yang digunakan. Kesalahan pengukuran dapat disebabkan dari berbagai faktor aus pada alat ukur, selain itu juga dapat dipengaruhi oleh ketelitian dalam pengukuran yang melibatkan kesesuaian dan angka berarti. Dari hasil pengukuran dibutuhkan dua variabel yang dapat menentukan nilai dari % *error* yang dihasilkan yaitu nilai pengukuran dan nilai kalibrasi.

Berdasarkan hasil grafik gambar 3, dapat dilihat bahwa semakin tinggi *level* air yang terdeteksi oleh sensor, maka nilai tegangan keluaran sensor juga meningkat. *Output* listrik yang dihasilkan oleh sensor diukur dan dibandingkan selama proses peningkatan ketinggian air. Untuk meningkatkan akurasi pengukuran pada sensor dapat dibuat lebih banyak agar

mampu mendeteksi *level* air yang lebih tinggi dan mencegah kesalahan akibat keterbatasan jangkauan sensor (Zhang dkk., 2019).



Gambar 3. Hasil perbandingan ketinggian air dan tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sensor

2. Pengukuran Tegangan Pada Sensor

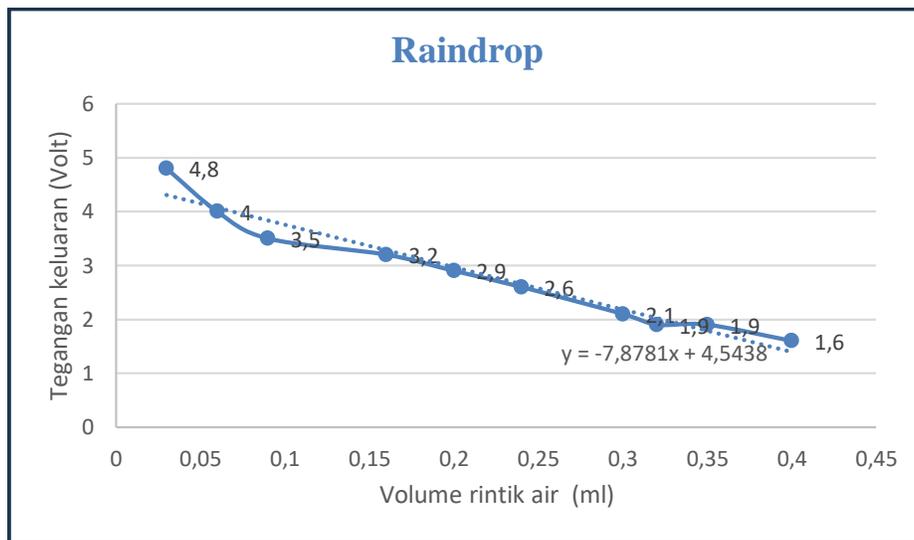
Proses pengukuran pada sensor *raindrop* dilakukan dengan menghubungkan sensor ke modul melalui dua pin yang terdapat pada modul dan bantalan sensor. Selain itu, terdapat tiga pin utama, yaitu GND (*ground*), VCC (tegangan input), dan AO (*analog output*), yang terhubung ke *power supply* dan multimeter untuk membaca tegangan keluaran sensor. Sebelum pengukuran dilakukan, sensor diuji dengan melakukan sepuluh kali pengukuran untuk memastikan stabilitas dan konsistensi data yang diperoleh. Berikut adalah hasil pengukuran sensor berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan.

Pengujian pada *raindrop* sensor diamati berdasarkan nilai *output* tegangan analog yang dihasilkan. Ketika volume air meningkat, resistansi sensor akan menurun, sedangkan ketika volume air berkurang, resistansi akan meningkat. Dalam kondisi kering, sensor menghasilkan *output* tegangan maksimum sebesar 5V (Hendry dkk., 2023). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa volume rintik hujan yang mengenai sensor berpengaruh terhadap penurunan tegangan keluaran. Semakin banyak air yang terdeteksi, semakin rendah tegangan yang dihasilkan. Berdasarkan penelitian sebelumnya, sensor ini telah digunakan dalam sistem otomatisasi, seperti mekanisme pengendali jemuran yang dapat menarik dan melepas tali secara otomatis berdasarkan deteksi hujan (Atsiq dkk., 2022). Selain itu, hasil

analisis menunjukkan bahwa rata-rata persen *error* yang dihasilkan oleh sensor adalah sebesar 5,969%, sebagaimana ditampilkan dalam tabel 2 berikut.

Tabel 2. Tabel Hasil Pengukuran Pada Sensor *Raindrop*

Volume rintik air (ml)	Tegangan keluaran (Volt)	Kalibrasi	%Error	Rata- Rata % Error
0.03	4.8	4.307457	11.43466%	5,969%
0.06	4	4.071114	1.74679%	
0.09	3.5	3.834771	8.72988%	
0.16	3.2	3.283304	2.5372%	
0.2	2.9	2.96818	2.29703%	
0.24	2.6	2.653056	1.99981%	
0.3	2.1	2.18037	3.68607%	
0.32	1.9	2.022808	6.07116%	
0.35	1.9	1.786465	6.355288%	
0.4	1.6	1.39256	14.89631%	



Gambar 4. Hubungan antara peningkatan volume rintik air dan perubahan tegangan

Berdasarkan hasil grafik gambar 4 diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai volume pada rintik air yang diberikan maka nilai keluaran tegangan pada sensor mengalami penurunan, namun jika volume rintik air menurun maka nilai keluaran pada sensor mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena sensor bekerja berdasarkan perubahan

resistansi atau konduktivitas pada permukaan, resistansi menurun karena peningkatan kelembapan, tegangan keluaran dari sensor dapat dipantau melalui multimeter.

Berdasarkan hasil analisis % *error* yang ditampilkan dalam tabel 2, terlihat bahwa sensor *water level* menunjukkan peningkatan nilai % *error* seiring dengan bertambahnya ketinggian air yang diukur. Hal ini mengindikasikan bahwa sensor memiliki sensitivitas yang lebih tinggi pada ketinggian air yang masih jauh dari batas maksimum jangkauan sensornya. Sementara itu pada tabel 2, yang menunjukkan kondisi sensor *raindrop* dengan nilai persen *error* yang dihasilkan tidak menunjukkan pola yang kontinu. Beberapa faktor yang mempengaruhi peningkatan persen *error* pada sensor ini antara lain kesalahan titik nol pada alat ukur, kesalahan rentang, dan ketidaklinearan sensor. Meskipun demikian, nilai persen *error* yang dihasilkan masih berada dalam batas standar deviasi sensor. Berdasarkan distribusi normal dalam pengukuran, batas standar deviasi berada pada rentang $\pm 23\%$. Dengan nilai rata-rata persen *error* sebesar 11,95%, hasil pengukuran ini masih berada dalam batas toleransi yang diperbolehkan.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor *water level* memiliki tingkat kesalahan yang relatif rendah, sehingga dapat diandalkan untuk pemantauan ketinggian air dengan stabilitas yang baik. Sementara itu, sensor *raindrop* menunjukkan variasi tegangan yang cukup besar dengan tingkat *error* yang lebih tinggi, sehingga memerlukan kalibrasi lebih lanjut untuk meningkatkan akurasi dalam deteksi rintik hujan. Kontribusi utama penelitian ini adalah memberikan analisis komparatif terhadap akurasi kedua sensor dalam pengukuran air serta menyoroti pentingnya evaluasi kesalahan pengukuran untuk meningkatkan keandalan sensor dalam sistem monitoring air. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa sensor *water level* lebih cocok digunakan dalam aplikasi pemantauan ketinggian air secara real-time, sementara sensor *raindrop* masih memerlukan optimasi dalam metode deteksi dan reduksi *error*. Sebagai rekomendasi untuk penelitian selanjutnya, perlu dilakukan pengujian pada berbagai kondisi lingkungan, seperti variasi suhu dan kelembaban, untuk mengevaluasi kestabilan sensor dalam jangka panjang. Selain itu, integrasi algoritma kalibrasi otomatis atau kombinasi sensor lain dapat menjadi pendekatan yang lebih efektif dalam meningkatkan akurasi deteksi air dan hujan.

DAFTAR PUSTAKA

Annas, M. A., Widodo, A., Aisiyah, M. C., Ningrum, I. E., & Makrufah, D. (2022). Karakterisasi Sensor Cahaya Light Dependent Resistor (LDR). *MASALIQ*, 2(4), 612–622. <https://doi.org/10.58578/masaliq.v2i4.516>

- Atsiq, A., Andryan Gunawan, & Amin Alqudri Dwi Nugraha. (2022). Automatic Clothing Drying Using Rain Sensors and Ldr Sensors Based on Arduino UNO. *SPECTRUM*, *1*(02). <https://doi.org/10.54482/spectrum.v1i02.174>
- Blanco-Gómez, P., Mateu-Belloch, A., Jiménez-García, J. L., Salas-Cantarellas, A. J., Pieras-Company, J. J., & Santamaría-Casals, E. (2024). Real-time ultrasonic *water level* IoT sensor for in-situ soil permeability testing. *HardwareX*, *19*, e00541. <https://doi.org/10.1016/j.ohx.2024.e00541>
- Clemens, C., Jobst, A. E., Radschun, M., Himmel, J., & Kanoun, O. (2024). Signal processing and calibration of a *low-cost* inductive rain sensor for *raindrop* detection and precipitation calculation. *Measurement*, *227*, 114286. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2024.114286>
- Concas, F., Mineraud, J., Lagerspetz, E., Varjonen, S., Liu, X., Puolamäki, K., Nurmi, P., & Tarkoma, S. (2021). *Low-Cost* Outdoor Air Quality Monitoring and Sensor Calibration: A Survey and Critical Analysis. *ACM Transactions on Sensor Networks*, *17*(2), 1–44. <https://doi.org/10.1145/3446005>
- Gunadi, I. G. A. (2022). Wahana Matematika dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, dan Pembelajarannya, Vol. 16 No 3, Desember 2022 e-ISSN: 2549-6727 , p-ISSN: 1858-0629. *Jurnal Matematika*, *16*(3).
- Habibi, M. F. (2018). *Rancang Bangun Sistem Monitoring Deteksi Dini Untuk Kawasan Rawan Banjir Berbasis Arduino*. *2*(2).
- Hendry, Chairul Rizal, & Supiyandi. (2023). Perancangan Prototipe Rain Drop Sensor Berbasis Arduino Uno. *Bulletin of Computer Science Research*, *3*(4), 315–318. <https://doi.org/10.47065/bulletincsr.v3i4.264>
- Jin, W. (2024). Monitoring and management of green information in water ecological environment based on sensors and big data. *Measurement: Sensors*, *34*, 101255. <https://doi.org/10.1016/j.measen.2024.101255>
- Kawakami, Y., Furuta, T., Nakagawa, H., Kitamura, T., Kurosawa, K., Kogami, K., Tajino, N., & Tanaka, M. S. (2016). Rice Cultivation Support System Equipped with *Water-level* Sensor System. *IFAC-PapersOnLine*, *49*(16), 143–148. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.10.027>
- Khair, U. (n.d.). *Alat Pendeteksi Ketinggian Air Dan Keran Otomatis Menggunakan Sensor water level Berbasis Arduino Uno*.
- Prawiroredjo, K., & Susantio, I. M. (2010). *Pengatur Ketinggian Air Otomatis*. *9*.
- Wang, G., Zhou, R., Zhaxi, S., & Liu, S. (2021). *Raindrop* size distribution measurements on the Southeast Tibetan Plateau during the STEP project. *Atmospheric Research*, *249*, 105311. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2020.105311>
- Widodo, A., & Sumaedi, A. (2023). *Prototipe Deteksi Hujan Berbasis Arduino Uno Menggunakan Rain Drop Sensor Module*. *09*(01).

Zhang, X., Yu, M., Ma, Z., Ouyang, H., Zou, Y., Zhang, S. L., Niu, H., Pan, X., Xu, M., Li, Z., & Wang, Z. L. (2019). Self-Powered Distributed *Water level* Sensors Based on Liquid–Solid Triboelectric Nanogenerators for Ship Draft Detecting. *Advanced Functional Materials*, 29(41), 1900327. <https://doi.org/10.1002/adfm.201900327>