

Rancang Bangun Sistem Monitoring Debit Air Penyiraman Kebun Anggur Berbasis Web

Sujono*¹⁾, Shevi Rohimatunnisa²⁾

1. Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas KH. A. Wahab Hasbullah, Indonesia

2. Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas KH. A. Wahab Hasbullah, Indonesia

Article Info

Kata Kunci: debit air; sistem monitoring; penyiraman kebun anggur; IoT; web

Keywords: water flow rate; monitoring system irrigation; IoT; web

Article history:

Received 28 Desember 2025

Revised 2 Mei 2026

Accepted 7 Mei 2026

Available online 8 Mei 2026

DOI :

[10.48144/suryainformatika.v16i1.2301](https://doi.org/10.48144/suryainformatika.v16i1.2301)

* Corresponding author.

Sujono

E-mail address:

sujono@unwaha.ac.id

ABSTRAK

Pengelolaan debit air pada penyiraman kebun anggur memegang peranan penting dalam efisiensi penggunaan air serta pemenuhan kebutuhan tanaman. Namun, proses penyiraman di lapangan masih sering dilakukan tanpa pemantauan debit air yang terukur, sehingga berpotensi menimbulkan pemborosan air dan ketidaktepatan distribusi penyiraman. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring debit air penyiraman kebun anggur berbasis web yang terintegrasi dengan teknologi *Internet of Things* (IoT). Metode penelitian yang digunakan adalah metode pengembangan sistem Waterfall yang meliputi tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, serta pemeliharaan sistem. Sistem dikembangkan dengan memanfaatkan sensor aliran air untuk mengukur debit air penyiraman yang kemudian ditampilkan melalui aplikasi web dalam bentuk nilai numerik dan grafik secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi sebesar 97,92% dengan error rata-rata 2,08%, sehingga mampu membantu pengelolaan penyiraman kebun anggur menjadi lebih efisien, terkontrol, dan mudah dipantau oleh pengelola kebun secara daring kapan saja dan di mana saja.

ABSTRACT

Water discharge management in grape garden irrigation plays an important role in improving water use efficiency and fulfilling plant water requirements. However, irrigation processes in the field are still often carried out without measurable monitoring of water discharge, which can potentially cause water wastage and inaccurate water distribution. This research aims to design and develop a web-based monitoring system for irrigation water discharge in grape gardens integrated with Internet of Things (IoT) technology. The research method used is the Waterfall system development method which includes the stages of requirements analysis, system design, implementation, testing, and maintenance. The system is developed using a water flow sensor to measure irrigation water discharge, and the data is displayed through a web application in the form of numerical values and real-time graphs. The test results show that the system has an accuracy level of 97.92% with an average error of 2.08%, indicating that the system is capable of supporting more efficient, controlled, and easily monitored irrigation management in grape gardens through an online platform.

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan debit air pada sistem penyiraman ber-peran penting dalam menjaga efisiensi penggunaan air dan mendukung pertumbuhan tanaman anggur. Pada praktik

di lapangan, penyiraman kebun anggur masih dilakukan tanpa pemantauan debit air secara terukur, sehingga penggunaan air sulit dikontrol dan berpotensi menimbulkan pemborosan [1]. Kondisi ini

menyulitkan pengelola kebun dalam mengevaluasi efektivitas sistem penyiraman yang digunakan.

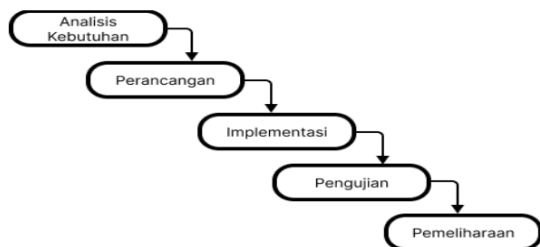
Beberapa penelitian telah mengembangkan sistem monitoring irigasi berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan memanfaatkan sensor aliran air untuk mengukur debit air secara *real-time* [2]. Sistem tersebut memungkinkan data debit air dikumpulkan dan dipantau secara berkala sebagai dasar pengelolaan irigasi. Penelitian lain mengintegrasikan sistem monitoring debit air dengan aplikasi berbasis web sehingga data penggunaan air dapat diakses dan dianalisis dengan lebih mudah [3].

Penerapan sistem monitoring debit air juga telah dilakukan pada berbagai jenis tanaman pertanian dan terbukti mampu meningkatkan efisiensi penyiraman [4]. Namun, penerapan sistem monitoring debit air pada kebun anggur masih belum banyak dikaji, khususnya sistem yang menyajikan informasi debit air secara terstruktur melalui antarmuka web [5]. Oleh karena itu, diperlukan sistem monitoring debit air yang sesuai dengan karakteristik kebutuhan penyiraman kebun anggur dan mudah diakses oleh pengguna.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk merancang dan membangun sistem monitoring debit air penyiraman kebun anggur berbasis web yang terintegrasi dengan teknologi IoT. Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan sistem monitoring debit air penyiraman kebun anggur berbasis web yang mampu menampilkan data debit air secara *real-time* sebagai dasar pemantauan dan evaluasi penggunaan air.

2. METODE PENELITIAN

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Waterfall*. Metode ini dipilih karena memiliki tahapan yang sistematis dan terstruktur, sehingga sesuai untuk pengembangan sistem monitoring debit air penyiraman kebun anggur berbasis web [6]. Fokus penelitian ini adalah pada perancangan dan pembangunan aplikasi web sebagai media pemantauan data debit air, tanpa membahas secara rinci aspek perangkat keras pengukuran debit air. Untuk tahapannya dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Waterfall Model [6]

2.1 Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan merupakan tahap awal dalam metode *Waterfall* yang bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem secara rinci sebelum dilakukan proses

perancangan dan implementasi. Analisis ini dilakukan berdasarkan permasalahan pada proses penyiraman kebun anggur yang belum terkontrol secara optimal, khususnya dalam hal debit air yang digunakan. Penggunaan debit air yang tidak sesuai dapat menyebabkan pemborosan air serta pencucian unsur hara tanah, sementara debit air yang terlalu kecil berpotensi menyebabkan tanaman mengalami stres air dan menurunkan produktivitas tanaman [7]. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem monitoring yang mampu memberikan informasi debit air secara akurat dan berkelanjutan untuk mendukung efisiensi penggunaan air pada proses penyiraman.

Sistem yang dikembangkan harus mampu mengukur debit air penyiraman menggunakan sensor aliran air (*water flow sensor*) yang dipasang pada saluran pipa, kemudian mengirimkan data hasil pengukuran ke server melalui jaringan internet dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT) [8]. Data yang diterima server selanjutnya disimpan dalam basis data dan ditampilkan melalui aplikasi web dalam bentuk nilai debit air serta grafik pemantauan secara *real-time* agar mudah dipahami oleh pengguna [7]. Selain kebutuhan fungsional, sistem juga harus memenuhi kebutuhan non-fungsional berupa keandalan pengiriman data, akurasi pembacaan sensor, serta antarmuka web yang responsif dan mudah diakses [9]. Informasi debit air ditampilkan dalam satuan liter per menit (L/menit) dengan interval pembacaan data yang konsisten untuk menghasilkan data yang representatif dan mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan penyiraman kebun anggur secara efisien.

2.2 Perancangan

Perancangan sistem dilakukan berdasarkan hasil analisis kebutuhan untuk memastikan seluruh komponen dapat bekerja secara terintegrasi dalam memonitor debit air penyiraman kebun anggur. Sistem dirancang menggunakan arsitektur berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terdiri dari perangkat pengukuran, server, dan aplikasi web sebagai media monitoring. Pendekatan ini memungkinkan proses pengambilan data secara *real-time* serta pengelolaan data yang terpusat sehingga sesuai untuk kebutuhan monitoring debit air penyiraman [10].

Pada sisi perangkat, sistem menggunakan sensor aliran air yang dipasang pada pipa penyiraman untuk mendeteksi debit air. Sensor dihubungkan dengan mikrokontroler berbasis IoT yang berfungsi membaca sinyal sensor dan mengonversinya menjadi nilai debit air dalam satuan liter per menit (L/menit). Data hasil pengukuran kemudian dikirimkan ke server melalui jaringan internet menggunakan protokol HTTP. Pada sisi server, sistem dirancang dengan basis data untuk menyimpan data debit air secara periodik serta berfungsi sebagai penghubung antara perangkat IoT dan aplikasi web, sebagaimana diterapkan pada sistem monitoring air berbasis web pada penelitian sebelumnya [11].

Aplikasi web dirancang sebagai antarmuka pengguna untuk menampilkan informasi debit air secara *real-time* dan historis dalam bentuk nilai numerik dan grafik. Selain itu, sistem mendukung fitur notifikasi apabila terjadi penyimpangan debit air dari batas yang telah ditentukan. Perancangan antarmuka dan alur sistem difokuskan pada kemudahan penggunaan dan kejelasan penyajian informasi agar pengguna dapat memantau kondisi penyiraman secara efektif [9].

2.3 Implementasi

Implementasi sistem difokuskan pada pengembangan aplikasi web sebagai media monitoring debit air penyiraman kebun anggur. Aplikasi web berfungsi untuk menerima, mengelola, dan menampilkan data debit air yang dikirimkan dari server secara *real-time* dengan menerapkan arsitektur *client-server* yang umum digunakan pada sistem monitoring berbasis web [7].

Pada sisi server, sistem diimplementasikan menggunakan layanan web (web service) untuk menerima data debit air melalui protokol HTTP dan menyimpannya ke dalam basis data. Pendekatan ini memungkinkan pengelolaan data yang terstruktur serta mendukung pemantauan data historis secara berkelanjutan, sebagaimana diterapkan pada sistem monitoring air berbasis web sebelumnya [7].

Aplikasi web dikembangkan untuk menampilkan informasi debit air dalam bentuk nilai numerik dan grafik pemantauan guna memudahkan pengguna dalam memahami kondisi penyiraman. Selain itu, sistem mendukung fitur notifikasi peringatan apabila nilai debit air berada di luar batas yang telah ditentukan, mengacu pada konsep sistem monitoring berbasis web yang menekankan kejelasan informasi dan respons cepat pengguna [12].

2.4 Pengujian

Tahapan ini dilakukan bersamaan dengan proses implementasi sistem, dimana pengujian difokuskan pada memastikan seluruh fungsi aplikasi web monitoring debit air berjalan sesuai dengan yang dirancang. Pengujian dilakukan dengan memberikan data debit air ke sistem, kemudian mengamati kemampuan aplikasi dalam menampilkan data secara *real-time*, menyimpan data ke basis data, serta menampilkan grafik pemantauan sesuai perubahan nilai yang diterima. Selain itu, dilakukan pula pengujian terhadap fitur notifikasi untuk memastikan sistem dapat memberikan peringatan ketika debit air berada di luar batas yang telah ditentukan. Tahap pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem bekerja secara stabil, responsif, dan mampu mendukung proses monitoring debit air secara optimal [13].

2.5 Pemeliharaan

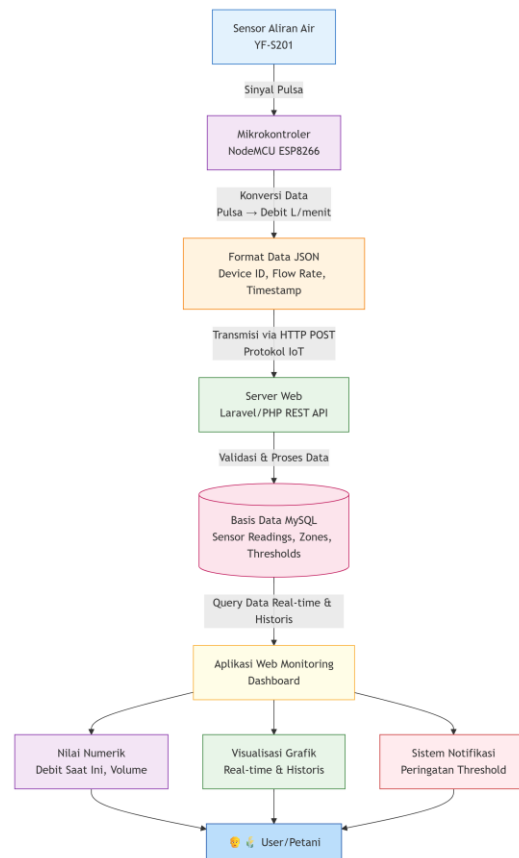
Proses pemeliharaan sistem dilakukan secara berkala untuk memastikan aplikasi web monitoring debit air tetap berjalan dengan stabil dan tidak mengalami gangguan. Tahapan ini dilakukan dengan melakukan

pengecekan terhadap fungsi sistem, memperbaiki kesalahan (bug) yang ditemukan, serta melakukan pembaruan apabila diperlukan agar sistem tetap sesuai dengan kebutuhan pengguna [6]. Selain itu, dilakukan pengecekan pada penyimpanan data untuk memastikan data debit air tersimpan dengan baik dan dapat diakses secara normal. Tahapan pemeliharaan ini memberikan dampak positif terhadap keandalan sistem, karena memastikan aplikasi tetap optimal dalam mendukung proses monitoring debit air secara berkelanjutan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Perancangan Sistem

Pada bagian ini disajikan hasil perancangan sistem monitoring debit air yang telah diimplementasikan. Sistem dirancang dengan arsitektur *client-server* dimana sensor aliran air membaca nilai debit yang kemudian diproses oleh mikrokontroler dan dikirimkan ke server untuk disimpan dalam basis data. Data tersebut kemudian ditampilkan melalui aplikasi web secara *real-time* dalam bentuk nilai numerik, grafik, dan notifikasi peringatan jika debit air berada di luar kondisi normal. Arsitektur sistem yang telah dibangun ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Rancangan Alur Sistem

Dalam pengembangan perangkat *Internet of Things* (IoT), sistem ini terdiri dari tiga komponen utama yaitu perangkat sensor (sensor node), sistem komunikasi data, dan platform

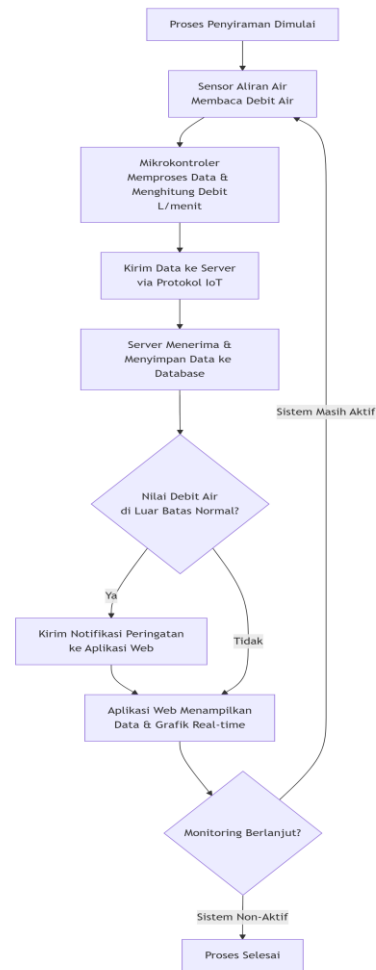
aplikasi. Sensor node berfungsi sebagai perangkat akuisisi data yang mengukur besaran debit air menggunakan sensor aliran air (water flow sensor). Sensor ini bekerja dengan mendeteksi jumlah putaran rotor yang dipengaruhi oleh aliran air yang melewati pipa. Setiap putaran menghasilkan pulsa yang kemudian dikonversi oleh mikrokontroler menjadi nilai debit air dalam satuan liter per menit.

Mikrokontroler yang digunakan berfungsi sebagai unit pemrosesan utama yang mengolah sinyal dari sensor, melakukan perhitungan debit air, serta mengirimkan data ke server melalui jaringan internet. Integrasi antara sensor dan mikrokontroler ini merupakan inti dari sistem IoT yang memungkinkan proses pengukuran berlangsung secara otomatis dan berkelanjutan tanpa intervensi manual. Data yang telah diproses kemudian dikirimkan ke server menggunakan protokol komunikasi jaringan sehingga dapat diakses oleh aplikasi web secara *real-time*.

Dengan pendekatan arsitektur IoT tersebut, sistem yang dikembangkan tidak hanya berfungsi sebagai alat pengukur debit air, tetapi juga sebagai sistem monitoring yang terhubung secara digital sehingga memungkinkan proses pemantauan dilakukan dari jarak jauh melalui jaringan internet.

3.2. Alur Kerja Sistem

Alur kerja sistem monitoring debit air secara keseluruhan digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 3. Diagram tersebut menunjukkan tahapan proses mulai dari pembacaan debit air oleh sensor, pengolahan data oleh mikrokontroler, pengiriman data ke server, hingga penyajian informasi dan notifikasi melalui aplikasi web secara *real-time*.



Gambar 3. Flowchart Alur Kerja Sistem

Secara operasional, alur kerja sistem dimulai ketika air mengalir melalui jaringan pipa penyiraman yang terpasang pada kebun anggur. Sensor aliran air yang dipasang pada jalur pipa akan mendeteksi kecepatan aliran air dan menghasilkan pulsa listrik yang sebanding dengan volume air yang melewati sensor tersebut. Pulsa ini kemudian diterima oleh mikrokontroler sebagai sinyal input untuk selanjutnya diproses.

Mikrokontroler melakukan proses penghitungan debit air dengan menghitung jumlah pulsa yang dihasilkan sensor dalam satu interval waktu tertentu. Nilai tersebut kemudian dikonversi menjadi satuan debit air (liter per menit) menggunakan konstanta kalibrasi yang telah ditentukan sebelumnya. Proses ini memungkinkan sistem untuk memperoleh nilai debit air secara kontinu selama proses penyiraman berlangsung.

Setelah data debit air berhasil dihitung, mikrokontroler akan mengirimkan data tersebut ke server melalui jaringan internet. Proses transmisi data ini merupakan bagian penting dalam implementasi sistem IoT karena memungkinkan data sensor dikirimkan secara otomatis dan tersimpan dalam basis data tanpa memerlukan pencatatan manual.

Tabel 3. *Waterflows*

Nama Field	Tipe Data	Keterangan
id	bigint(20) unsigned	Primary Key
total_air	double	None
kelembapan	int(11)	None
created_at	timestamp	None
updated_at	timestamp	None
waktu_mulai	time	None
waktu_berakhir	time	None
durasi	int(11)	None

Server kemudian memproses data yang diterima dan menyimpannya ke dalam database sebelum ditampilkan pada aplikasi web. Aplikasi web selanjutnya menampilkan data dalam bentuk nilai numerik, grafik pemantauan, dan indikator kondisi sistem sehingga pengguna dapat memantau kondisi debit air secara *real-time*.

Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan mekanisme deteksi kondisi abnormal. Apabila nilai debit air yang terukur berada di bawah batas normal yang telah ditentukan, sistem akan secara otomatis menampilkan notifikasi peringatan pada *dashboard* aplikasi web. Fitur ini berfungsi sebagai sistem peringatan dini yang membantu pengguna dalam mengidentifikasi potensi gangguan pada proses penyiraman.

3.3. Database

Pada penelitian ini, *database* terdiri dari tiga tabel utama, yaitu *realtime_data*, *realtime_gauge*, dan *waterflows*. Masing-masing tabel memiliki fungsi yang berbeda sesuai dengan jenis data yang disimpan dan kebutuhan sistem monitoring debit air.

Tabel 1 *realtime data*

Nama Field	Tipe Data	Keterangan
id	bigint(20) unsigned	Primary
total_air	double	None
kelembapan	int(11)	None
waktu	timestamp	None
created_at	timestamp	None
updated_at	timestamp	None

Tabel *realtime data* digunakan untuk menyimpan data hasil pembacaan sensor yang ditampilkan secara *real-time* pada aplikasi web. Data yang disimpan meliputi nilai debit air yang terukur, kelembapan, serta waktu pencatatan data. Informasi ini digunakan sebagai dasar tampilan monitoring utama sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi debit air pada saat proses penyiraman berlangsung.

Tabel 2. *realtime_gauge*

Nama Field	Tipe Data	Keterangan
id	bigint(20) unsigned	Primary
kelembapan	int(11)	None
status_pompa	varchar(255)	None
waktu	timestamp	None
created_at	timestamp	None
updated_at	timestamp	None

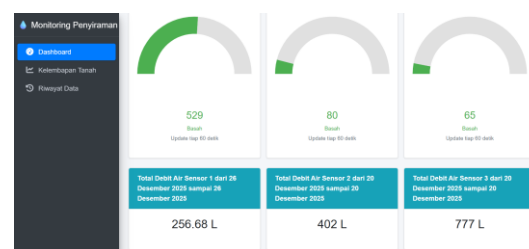
Tabel *realtime gauge* digunakan untuk menyimpan data pemantauan kondisi sistem secara langsung, khususnya informasi kelembapan dan status pompa. Data pada tabel ini ditampilkan dalam bentuk indikator (*gauge*) pada aplikasi web sehingga pengguna dapat melihat kondisi penyiraman dan status operasional sistem dengan cepat dan jelas.

Tabel *waterflows* digunakan untuk menyimpan data historis penggunaan air selama proses penyiraman. Data yang disimpan meliputi total volume air yang digunakan, nilai kelembapan yang terbaca, waktu mulai penyiraman, waktu berakhir, serta durasi penyiraman. Data ini penting untuk analisis kebutuhan air pada tanaman anggur serta evaluasi kinerja sistem penyiraman.

3.4. Hasil Implementasi

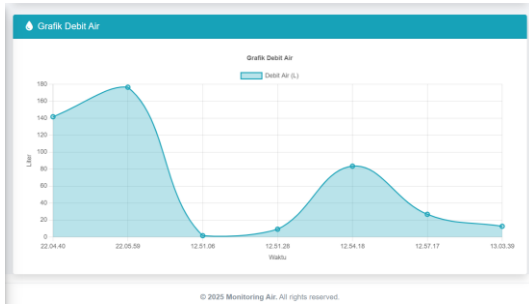
Hasil implementasi sistem web monitoring debit air menunjukkan bahwa aplikasi yang dibangun telah mampu menampilkan informasi debit air secara *real-time*, menyimpan data historis, menampilkan grafik pemantauan, serta memberikan notifikasi apabila debit air berada di luar batas normal. Sistem web ini menjadi media utama bagi pengguna untuk melakukan pemantauan kondisi penyiraman kebun anggur secara lebih mudah, cepat, dan terpusat.

Pada halaman *dashboard* utama, sistem menampilkan nilai debit air terkini yang diperoleh dari database. Informasi ditampilkan dalam bentuk nilai numerik yang jelas sehingga pengguna dapat langsung mengetahui kondisi debit air pada saat proses penyiraman berlangsung. Tampilan *dashboard* dirancang sederhana dan informatif agar mudah dipahami oleh pengguna.



Gambar 4 Dashboard Monitoring

Selain itu, sistem juga menampilkan grafik perubahan debit air berdasarkan waktu. Grafik ini digunakan untuk memvisualisasikan tren debit air selama proses penyiraman, sehingga pengguna tidak hanya melihat nilai sesaat, tetapi juga dapat memahami pola perubahan debit air. Grafik ini membantu dalam proses analisis kondisi penyiraman, apakah debit air stabil, menurun, atau mengalami lonjakan pada waktu tertentu.



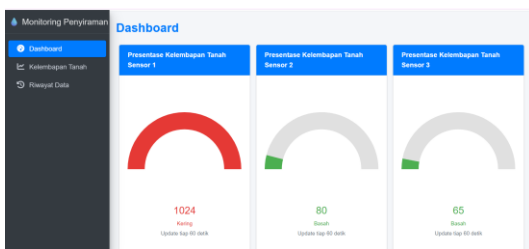
Gambar 5 Grafik Debit Air

Sistem web monitoring ini juga menyediakan halaman riwayat data yang menampilkan rekaman data debit air yang telah tersimpan sebelumnya. Data historis ditampilkan dalam bentuk tabel yang memuat informasi nilai debit air, waktu pencatatan, serta data pendukung lainnya sesuai struktur basis data. Keberadaan data historis ini sangat penting karena dapat digunakan untuk evaluasi penggunaan air dan analisis efisiensi penyiraman dari waktu ke waktu.

No	Tanggal	Debit Air (Liter)
1	12 Desember 2025	120
2	13 Desember 2025	135
3	20 Desember 2025	90
4	20 Desember 2025	15
5	20 Desember 2025	18
6	20 Desember 2025	110
7	20 Desember 2025	160
8	26 Desember 2025	95
9	26 Desember 2025	105

Gambar 6 Riwayat Data

Pada saat sistem mendeteksi bahwa debit air berada di bawah batas normal yang telah ditentukan, aplikasi web akan menampilkan notifikasi peringatan melalui tampilan *dashboard*. Kondisi peringatan tersebut ditunjukkan pada Gambar 7, dimana indikator *gauge* berubah menjadi warna merah sebagai penanda bahwa debit air berada pada kondisi tidak normal. Selain itu, sistem juga menampilkan nilai debit air dalam bentuk numerik beserta keterangan status “Kering” untuk memberikan informasi yang lebih jelas kepada pengguna. Notifikasi visual ini berfungsi sebagai peringatan dini sehingga pengguna dapat segera mengetahui adanya penurunan debit air dan dapat melakukan tindakan korektif dengan cepat agar proses penyiraman tetap berjalan optimal.



Gambar 7 Notifikasi

Secara keseluruhan, hasil implementasi menunjukkan bahwa aplikasi web monitoring debit air telah berjalan sesuai dengan fungsi yang dirancang. Sistem mampu menampilkan data secara *real-time*, menyimpan data historis, menyajikan grafik pemantauan, serta memberikan peringatan kondisi tidak normal sehingga dapat mendukung pengelolaan penyiraman kebun anggur secara lebih efektif.

Berdasarkan hasil implementasi yang dilakukan, sistem monitoring debit air berbasis IoT yang dikembangkan menunjukkan kinerja integrasi perangkat yang baik antara sensor, mikrokontroler, dan aplikasi web. Proses pengambilan data dari sensor dapat dilakukan secara kontinu dan stabil sehingga memungkinkan pemantauan debit air dilakukan secara berkelanjutan.

Selain itu, proses pengiriman data dari perangkat IoT ke server juga berjalan dengan baik tanpa terjadi kehilangan data yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem komunikasi yang digunakan mampu mendukung kebutuhan transmisi data dalam sistem monitoring berbasis internet. Integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak ini menjadi salah satu faktor utama yang memungkinkan sistem monitoring debit air dapat beroperasi secara *real-time* dan memberikan informasi yang akurat kepada pengguna.

3.5. Hasil Pengujian

Tahap ini menyajikan hasil pengujian terhadap sistem monitoring debit air yang telah dikembangkan. Pengujian dilakukan untuk melihat kinerja sistem dalam kondisi debit air yang berbeda, mulai dari debit rendah hingga debit tinggi. Setiap skenario pengujian dilakukan untuk mengamati kemampuan sistem dalam menampilkan data secara *real-time*, menyimpan data ke basis data, menampilkan grafik perubahan debit air, serta keakuratan nilai debit air yang ditampilkan. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Uji Akurasi Pembacaan Debit Air

No	Nilai Debit Air Aktual (L/menit)	Nilai yang Ditampilkan Sistem (L/menit)	Error (%)
1	2.5	2.45	2.0%
2	4.0	3.92	2.0%
3	6.0	5.87	2.1%
4	8.0	7.83	2.1%
5	10.0	9.78	2.2%

Berdasarkan hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 4, sistem monitoring debit air menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi. Nilai debit air yang ditampilkan sistem memiliki selisih yang relatif kecil dibandingkan dengan nilai debit air aktual. Pada setiap skenario pengujian, persentase error berada pada kisaran 2,0% hingga 2,2%. Nilai ini menunjukkan bahwa deviasi pembacaan sensor terhadap nilai sebenarnya sangat

kecil sehingga masih dapat diterima untuk kebutuhan monitoring debit air penyiraman.

Rata-rata error yang diperoleh sebesar 2,08% sehingga tingkat akurasi sistem mencapai 97,92%. Hasil ini membuktikan bahwa proses pembacaan sensor, pengolahan data oleh mikrokontroler, serta pengiriman data ke aplikasi web dapat berjalan dengan baik tanpa menyebabkan perubahan nilai yang signifikan. Akurasi ini juga menunjukkan bahwa sistem layak digunakan sebagai media monitoring debit air karena mampu memberikan informasi yang valid dan representatif terhadap kondisi sebenarnya.

Dengan tingkat error yang rendah dan akurasi yang tinggi, sistem ini memiliki potensi untuk diterapkan dalam monitoring debit air penyiraman kebun anggur secara nyata. Informasi debit air yang akurat penting untuk memastikan penggunaan air yang efisien, mencegah kelebihan penyiraman, serta menghindari kekurangan air yang dapat berdampak pada pertumbuhan tanaman. Dengan demikian, hasil pengujian ini memperkuat bahwa sistem yang dikembangkan telah memenuhi aspek akurasi sebagai salah satu indikator keberhasilan sistem monitoring debit air berbasis web.

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring debit air penyiraman kebun anggur berbasis web yang dikembangkan telah mampu bekerja dengan baik sesuai tujuan perancangan. Sistem berhasil menampilkan nilai debit air secara real-time, menyimpan data ke dalam basis data, serta menyajikan informasi dalam bentuk nilai numerik dan grafik yang informatif sehingga memudahkan pengguna dalam memantau kondisi debit air selama proses penyiraman berlangsung.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, sistem monitoring debit air penyiraman kebun anggur berbasis web yang dikembangkan telah berhasil berjalan sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem mampu menampilkan data debit air secara real-time, menyimpan data untuk pemantauan historis, menyajikan informasi dalam bentuk grafik yang mudah dipahami, serta menyediakan notifikasi peringatan ketika debit air berada di luar batas yang telah ditentukan. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa sistem dapat digunakan sebagai media pendukung dalam proses monitoring debit air sehingga berpotensi meningkatkan efisiensi pengelolaan penyiraman kebun anggur. Ke depannya, sistem masih dapat dikembangkan dengan penyesuaian ambang batas secara dinamis, peningkatan fitur notifikasi, serta kemungkinan integrasi dengan sistem kontrol otomatis agar mampu memberikan dukungan yang lebih optimal dalam pengelolaan irigasi secara berkelanjutan.

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian sistem monitoring debit air penyiraman kebun anggur berbasis web yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan bahan pengembangan pada penelitian selanjutnya. Sistem yang dikembangkan saat ini masih

berfokus pada fungsi monitoring debit air, sehingga pada penelitian berikutnya dapat ditambahkan fitur kontrol otomatis penyiraman, seperti pengaturan buka-tutup katup air secara otomatis berdasarkan nilai debit air atau kebutuhan tanaman. Selain itu, sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan integrasi sensor lain, seperti sensor kelembapan tanah atau sensor cuaca, agar pengelolaan penyiraman menjadi lebih adaptif terhadap kondisi lingkungan. Dari sisi aplikasi, pengembangan lebih lanjut dapat mencakup penambahan notifikasi berbasis mobile atau aplikasi Android untuk meningkatkan kemudahan pemantauan. Pengujian sistem juga dapat dilakukan dalam jangka waktu yang lebih lama dan pada skala kebun yang lebih luas guna mengetahui kestabilan sistem serta keandalan pembacaan sensor dalam berbagai kondisi operasional.

Nilai error yang relatif kecil menunjukkan bahwa sensor aliran air yang digunakan memiliki tingkat sensitivitas yang baik dalam mendeteksi perubahan aliran air pada pipa penyiraman. Perbedaan antara nilai debit air aktual dan nilai yang ditampilkan oleh sistem kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor teknis, seperti turbulensi aliran air di dalam pipa, ketidakstabilan tekanan air, serta toleransi pengukuran yang dimiliki oleh sensor aliran air. Selain itu, proses konversi pulsa sensor menjadi nilai debit air oleh mikrokontroler juga dapat memberikan kontribusi kecil terhadap selisih nilai pengukuran.

Meskipun demikian, nilai deviasi yang berada pada kisaran sekitar 2% masih tergolong sangat baik untuk sistem monitoring berbasis sensor aliran air. Dalam implementasi sistem IoT pada bidang pertanian, tingkat akurasi tersebut sudah cukup memadai untuk mendukung proses pemantauan penggunaan air secara efektif. Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu memberikan informasi yang representatif terhadap kondisi debit air yang sebenarnya di lapangan.

Selain aspek akurasi sensor, hasil pengujian juga menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan proses pengiriman dan penyimpanan data secara stabil. Data yang dikirimkan oleh perangkat IoT dapat diterima oleh server dan ditampilkan pada aplikasi web tanpa mengalami keterlambatan yang signifikan. Hal ini menandakan bahwa integrasi antara perangkat sensor, mikrokontroler, jaringan komunikasi, dan aplikasi web telah berjalan dengan baik sehingga mendukung proses monitoring debit air secara *real-time*.

Dengan demikian, hasil pengujian tidak hanya menunjukkan kinerja sensor dalam mengukur debit air, tetapi juga membuktikan bahwa sistem monitoring berbasis IoT yang dikembangkan mampu beroperasi secara stabil dan dapat diandalkan untuk mendukung pengelolaan penyiraman kebun anggur secara lebih efisien dan terkontrol.

REFERENSI

- [1] T. A. Cinderatama, R. Z. Alhamri, Y. Yunhasnawa, and F. S. Efendi, "SISTEM MONITORING IRIGASI DAN PREDIKSI DEBIT AIR BERBASIS IOT DAN SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)," pp. 171–184, 2023.
- [2] G. Istiqomah, P. Yuliatmojo, and M. Yusro, "Sistem Monitoring Ketinggian Air , Debit Air , Curah Hujan pada Sungai Berbasis IoT," vol. 5, no. 2, pp. 60–64, 2022.
- [3] R. Septyanto and J. C. Chandra, "Sistem Monitoring Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Mikrokontroler ESP8266, DHT11, dan Soil Berbasis Web," *SENAFTI (Seminar Nas. Mhs. Fak. Teknol. Informasi)*, vol. 2, no. 2, pp. 2037–2046, 2023.
- [4] R. Romiyadi, S. M. Adi, B. A. Rozany, and R. Fitriani, "Perancangan Alat Penyiram Tanaman Otomatis Pada Tanaman Seledri Berbasis Telegram Menggunakan Nodemcu".
- [5] L. Khakim, "Sistem Irigasi Cerdas untuk Tanaman Anggur Berbasis Teknologi Panel Surya Smart Irrigation System for Grape Plants Based on Solar Panel Technology," vol. 14, no. 105, pp. 117–122, 2025.
- [6] S. Sujono and Z. Arifin, "Sistem Kontrol Otomatis Suhu dan Kelembapan Pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis IOT," *Exact Pap. Compil.*, vol. 4, no. 3, pp. 585–590, 2022, doi: 10.32764/epic.v4i3.705.
- [7] S. Firdaus, T. Rismawan, and U. Ristian, "Sistem Manajemen Pengairan Pada Budidaya Tanaman Anggur Berbasis Internet of Things (Iot)," *J. Inform. dan Tek.*
- [8] M. I. Ferdiansyach, R. P. Astutik, and P. P. S.S., "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Wemos D1 Berbasis Web," *Semin. Nas. Fortei7-4 Forum Pendidik. Tinggi Tek. Elektro Indones. Reg. VII*, pp. 29–34, 2013.
- [9] I. Ruslianto, U. Ristian, and H. Hasfani, "Sistem Pintar Untuk Anggur (Sipunggur) Pada Kawasan Tropis Berbasis Internet of Things (IoT)," *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 8, no. 1, p. 121, 2022, doi: 10.26418/jp.v8i1.52835.
- [10] A. R. M and Supria, "Aplikasi Monitoring Kelembaban Tanah dan Penyiraman Tanaman Cabai Otomatis Berbasis IoT," *Semin. Nas. Ind. dan Teknol.*, no. September, pp. 34–43, 2023.
- [11] Naufal Yaafi Aditama and Sri Mulyati, "Pemantauan Penyiraman Tanaman Secara Otomatis Menggunakan NODEMCU ESP8266 Berbasis Web," *J. Ticom Technol. Inf. Commun.*, vol. 11, no. 1, pp. 68–74, 2022, doi: 10.70309/ticom.v11i1.77.
- [12] A. Morselena and F. Y. Andie Rahman, "Alat Monitoring Kondisi Tanah Dan Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Cabai Di Lahan Gambut Dengan Web Menggunakan Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet of Things," *Diploma thesis, Univ. Islam Kalimantan MAB*, pp. 1–15, 2021.
- [13] M. R. Ariwibowo, L. A. Setiawan, A. Iman, U. Swadaya, and G. Jati, "SISTEM PEMANTAU KELEMBAPAN TANAH PADA TANAMAN CABAI MENGGUNAKAN ESP32 BERBASIS," vol. 13, no. 2, pp. 963–969, 2025.