

ANALISIS EFISIENSI PENGGUNAAN AIR PADA SISTEM IRIGASI TERKONTROL BERBASIS IOT PADA BUDIDAYA TANAMAN MELON

Analysis of Water Use Efficiency in an IoT-Based Controlled Irrigation System for Melon Cultivation

Khairil Agustoria*, Ashadi Hasan, Vivi Yulianti

Departemen Teknik Pertanian dan Biositem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas

Email: khairilagustoria@ae.unand.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis efisiensi penggunaan air pada sistem irigasi tetes berbasis *Internet of Things* (IoT) dalam budidaya tanaman melon. Sistem irigasi dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor kelembapan tanah dan pH tanah untuk mengendalikan penyiraman secara otomatis berdasarkan kondisi aktual media tanam. Berbeda dengan penelitian terdahulu yang berfokus pada aspek perancangan perangkat dan kinerja sensor, penelitian ini menitikberatkan pada evaluasi efisiensi penggunaan air serta dampaknya terhadap pertumbuhan tanaman. Data penggunaan air diperoleh melalui pencatatan durasi kerja pompa secara otomatis dan dikonversi menjadi volume air irigasi berdasarkan laju aliran pompa sebesar 0,05 liter/detik. Data direkapitulasi selama periode pengamatan 30 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem irigasi berbasis IoT mampu menghemat penggunaan air sebesar 8,74% dibandingkan sistem irigasi manual dengan efisiensi penggunaan air mencapai 91,26%. Meskipun menggunakan volume air yang lebih rendah, sistem IoT menghasilkan pertumbuhan tanaman yang lebih baik, ditunjukkan oleh peningkatan tinggi tanaman dan percepatan fase generatif. Jumlah tanaman berbunga pada perlakuan IoT tercatat sekitar 3,5 kali lebih banyak dibandingkan perlakuan manual. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem irigasi cerdas berbasis IoT efektif dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air sekaligus mendukung pertumbuhan tanaman melon secara optimal.

Kata kunci — efisiensi air; *Internet of Things*; irigasi tetes; pertanian cerdas; tanaman melon

ABSTRACT

This study evaluates water use efficiency of an Internet of Things (IoT) based drip irrigation system in melon cultivation. The system was implemented using an ESP32 microcontroller integrated with soil moisture and soil pH sensors to regulate irrigation automatically according to real-time growing media conditions. Unlike previous studies that primarily emphasized hardware design and sensor performance, this research focuses on quantifying water-use efficiency and assessing its effects on plant growth. Water consumption was determined through automated logging of pump operating duration and converted into irrigation volume using a calibrated pump flow rate of 0.05 L s⁻¹. Data were collected over a 30-day experimental period. The IoT based irrigation system achieved an 8.74% reduction in water use compared to manual irrigation, with an actual water use efficiency of 91.26%. Despite the lower irrigation volume, plants under the IoT treatment exhibited superior growth performance, indicated by greater plant height and earlier transition to the generative stage. The number of flowering plants was approximately 3.5 times higher than that observed under manual irrigation. These findings demonstrate that sensor-based IoT irrigation can improve water-use efficiency while maintaining favorable growth conditions for melon cultivation. The proposed system offers a promising approach for precision irrigation and sustainable water management in horticultural production.

Keywords — drip irrigation; internet of things; melon plants; smart irrigation; water efficiency

PENDAHULUAN

Melon (*Cucumis melo L.*) merupakan tanaman buah semusim yang termasuk tanaman hortikultura bernilai ekonomi tinggi dan sering dibudidayakan, serta konsumsi buah melon meningkat setiap tahun meskipun produksinya tidak selalu stabil (Kumalasari et al., 2024). Dalam budidaya melon, ketersediaan air perlu dikelola secara optimal karena air berperan penting pada setiap fase pertumbuhan

tanaman, mulai dari fase vegetatif hingga pembentukan buah. Ketidaktepatan pemberian air dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman serta menurunkan hasil dan kualitas buah yang dihasilkan (Huda & Suwarno, 2017).

Potensi pengembangan tanaman melon di Indonesia cukup besar, baik untuk memenuhi kebutuhan pasar domestik maupun peluang ekspor. Salah satu permasalahan utama dalam budidaya melon adalah penggunaan air yang belum efisien. Sistem irigasi yang masih dilakukan secara konvensional dan manual sering kali tidak mempertimbangkan kondisi aktual kelembapan tanah maupun kebutuhan air tanaman. Akibatnya, sering sekali terjadi pemborosan air atau ketidaktepatan pemberian air yang dapat menurunkan efisiensi produksi yang justru meningkatkan biaya budidaya itu sendiri (Pratama & Mandela, 2024).

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) yang begitu pesat saat ini telah membuka peluang penerapan sistem pertanian yang lebih presisi dan efisien. IoT memungkinkan integrasi antara sensor, mikrokontroler, dan perangkat keras pendukung seperti pompa air untuk memantau kondisi lingkungan tanaman secara *real-time* (Irfan & Yulkifli, 2025). Pada sektor pertanian teknologi IoT banyak dimanfaatkan untuk memantau kelembapan tanah, suhu udara, dan kebutuhan air tanaman secara otomatis. Penerapan IoT terbukti mampu meningkatkan efektivitas penggunaan sumber daya, khususnya air, serta membantu petani dalam pengambilan keputusan berbasis data yang lebih akurat (Kurniawan et al., 2021).

Penerapan teknologi IoT dalam sistem irigasi terkontrol memberikan pendekatan baru dalam pengelolaan air irigasi yang lebih adaptif terhadap kebutuhan aktual tanaman. Sistem ini bekerja dengan mengatur waktu dan durasi pemberian air berdasarkan respon sensor, sehingga berbeda dengan metode irigasi konvensional yang umumnya menggunakan jadwal tetap. Meskipun efektivitas sistem irigasi berbasis IoT dalam meningkatkan kinerja irigasi telah banyak diteliti, sebagian besar penelitian masih menitikberatkan pada aspek pengembangan sistem dan performa perangkat. Analisis efisiensi penggunaan air secara kuantitatif, khususnya melalui perbandingan volume air irigasi antara sistem irigasi berbasis IoT dan metode irigasi manual dengan pemberian air terjadwal masih relatif terbatas sehingga perlu dilakukan kajian lebih lanjut.

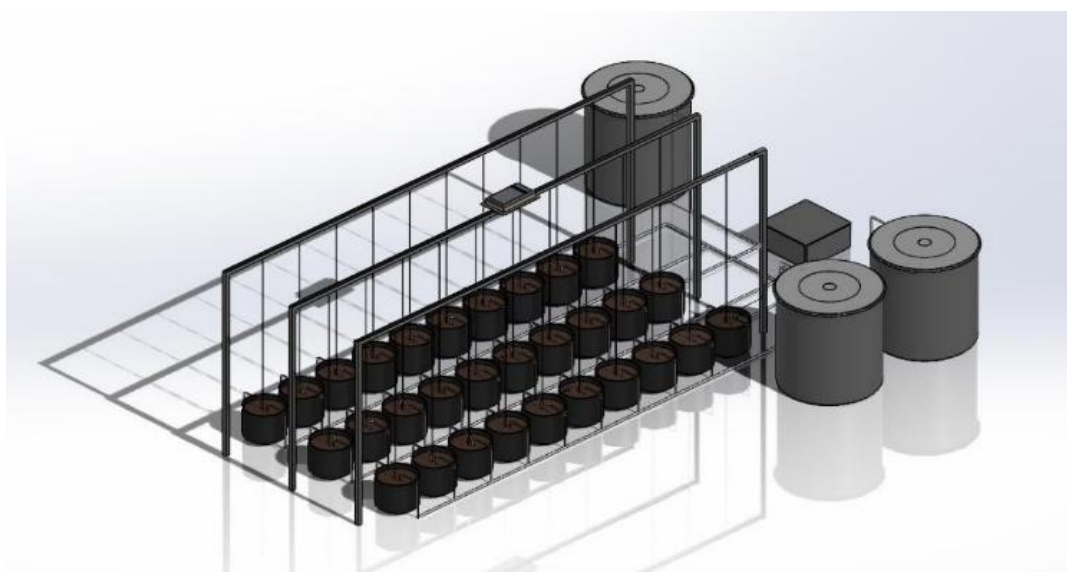
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi penggunaan air pada sistem irigasi berbasis IoT dalam budidaya tanaman melon. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai efektivitas penerapan teknologi IoT dalam menghemat penggunaan air serta kontribusinya terhadap peningkatan efisiensi budidaya melon. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan sistem irigasi cerdas berbasis IoT dan mendukung praktik pertanian yang lebih berkelanjutan.

METODOLOGI PENELITIAN

A. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tanaman melon sebagai objek pengamatan, media tanam, dan air irigasi yang digunakan selama periode penelitian. Tanaman melon digunakan untuk mengevaluasi respons pertumbuhan terhadap penerapan sistem irigasi berbasis *Internet of Things* (IoT). Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas seperangkat sistem irigasi tetes berbasis IoT yang mencakup mikrokontroler ESP32 sebagai unit pengendali utama, sensor kelembapan tanah untuk mendeteksi kondisi kadar air media tanam, sensor pH tanah untuk memantau tingkat keasaman tanah, modul relay sebagai penghubung antara mikrokontroler serta pompa air yang berfungsi mendistribusikan air ke jaringan irigasi tetes. Selain itu, digunakan aplikasi Spreadsheet sebagai media pemantauan dan pencatatan data.

Sistem irigasi yang digunakan pada penelitian ini merupakan prototipe yang telah dikembangkan pada penelitian sebelumnya (Irsyad & Agustoria, 2026). Spesifikasi teknis sistem, termasuk konfigurasi perangkat keras, parameter sensor, karakteristik pompa, serta integrasi mikrokontroler dengan aplikasi Spreadsheet, sepenuhnya mengacu pada penelitian tersebut. Dalam penelitian ini, prototipe diterapkan tanpa modifikasi mendasar. Detail gambar dan spesifikasi teknis dapat dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 1 berikut.



Gambar 1. Rancangan *Prototype* Sistem Irigasi (Irsyad & Agustoria, 2026).

Tabel 1. Spesifikasi Sistem Irigasi Berbasis IoT

Kategori	Nama Alat/Bahan	Spesifikasi / Merek
Mikrokontroler	ESP32 DevKit V4	Konektivitas Wi-Fi, Tegangan 3,3 V
Sensor Utama	Capacitive Soil Moisture	Merek Keyestudio (3,3 - 5 V)
Sensor pH	Sensor pH Tanah	Akurasi $\pm 0,1$ pH
Sensor Lingkungan	DHT-22	Akurasi Suhu $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, Kelembaban $\pm 2\%$
Aktuator	Pompa Air DC	12 V, Merek Keyestudio
Instalasi Irigasi	Drip Irrigation Set	Merek Nomic, Pipa PVC 0,5", Selang PE 16mm
Media & Nutrisi	Tanah Humus & AB Mix	Dolomit Cair, Humic Liquid
Tanaman	Melon Golden	Varietas Cap Panah Merah

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menerapkan prototipe sistem irigasi tetes berbasis *Internet of Things* (IoT) yang telah dikembangkan dan diuji pada penelitian sebelumnya oleh Irsyad & Agustoria (2026). Seluruh parameter teknis sistem mengacu pada hasil karakterisasi yang telah diteliti, sehingga tidak dilakukan pengujian ulang terhadap aspek perancangan maupun kinerja dasar perangkat. Penelitian dilakukan dengan pendekatan eksperimental melalui dua perlakuan, yaitu sistem irigasi berbasis IoT dan sistem irigasi manual. Data penggunaan air pada sistem IoT diperoleh melalui pencatatan durasi kerja pompa yang direkam secara otomatis oleh sistem, kemudian dikonversi menjadi volume air dengan mengalikan waktu operasi pompa dengan debit pompa sebesar 0,05 liter/detik sebagaimana diperoleh pada penelitian sebelumnya. Pada perlakuan irigasi manual, pemberian air dilakukan secara konvensional dengan volume tetap tanpa mempertimbangkan kondisi tanah secara *real-time*.

Pengumpulan data penggunaan air dilakukan selama periode pengamatan 30 hari melalui pencatatan otomatis durasi kerja pompa. Evaluasi efisiensi penggunaan air dilakukan dengan membandingkan total volume air irigasi pada sistem berbasis IoT dan sistem irigasi manual. Selain itu, dilakukan pengamatan pertumbuhan tanaman melon secara periodik melalui pengukuran tinggi tanaman serta pencatatan perkembangan fase generatif tanaman melon.

Periode pengamatan selama 30 hari dipilih karena penelitian ini berfokus pada analisis efisiensi penggunaan air pada sistem irigasi berbasis IoT dalam budidaya tanaman melon, khususnya dalam mengevaluasi efektivitas sistem dalam mengatur pemberian air secara *real-time*, bukan pada hasil panen. Rentang waktu ini mewakili fase awal hingga vegetatif tanaman melon yang sensitif terhadap ketersediaan air, sehingga respon tanaman terhadap pengaturan irigasi dapat diamati secara jelas. Pengamatan tidak dilakukan hingga satu siklus tanam penuh karena pada fase lanjutan pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh berbagai faktor eksternal, seperti pemupukan, hama, dan kondisi lingkungan, yang berpotensi mengaburkan pengaruh sistem irigasi terhadap efisiensi penggunaan air.

C. Evaluasi Kinerja Sistem Irigasi Berbasis IoT

Tahapan evaluasi kinerja sistem irigasi berbasis IoT dalam penelitian ini mencakup analisis penghematan air, analisis efisiensi aktual penggunaan air dan pengamatan pertumbuhan tanaman melon.

1) Analisis Penghematan Air

Analisis penghematan air digunakan untuk mengetahui besarnya penurunan penggunaan air irigasi setelah penerapan sistem irigasi terkontrol berbasis IoT dibandingkan dengan metode irigasi manual. Penghematan air dihitung berdasarkan selisih volume air yang digunakan pada sistem manual dan sistem IoT terhadap volume air pada sistem manual. Persentase penghematan air dapat dihitung menggunakan Persamaan 1.

$$\text{Penghematan (\%)} = \frac{V_{\text{manual}} - V_{\text{IoT}}}{V_{\text{manual}}} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

V_{manual} = Volume air irigasi pada metode manual (m^3)

V_{IoT} = Volume air irigasi pada sistem berbasis IoT (m^3)

2) Analisis Efisiensi Aktual Penggunaan Air

Rumus efisiensi aktual digunakan untuk menggambarkan tingkat kesesuaian antara volume air yang benar-benar diberikan oleh sistem irigasi dengan kebutuhan air tanaman pada kondisi aktual di lapangan. Perbandingan ini dilakukan dengan membagi volume air yang diaplikasikan (V_a) terhadap kebutuhan air tanaman (V_t) agar nilai efisiensi berada dalam rentang logis antara 0–100%. Nilai efisiensi mendekati 100% menunjukkan bahwa sistem irigasi mampu memberikan air mendekati kebutuhan tanaman, sedangkan nilai yang lebih rendah dari 100% mengindikasikan adanya defisit air dan nilai yang lebih tinggi menunjukkan terjadinya pemberian air berlebih. Rumus ini bersifat empirik yang dapat dijelaskan pada Persamaan 2 berikut.

$$E_a = \frac{V_a}{V_t} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

E_a = Efisiensi penggunaan air aktual (%)

V_a = Volume air irigasi yang diaplikasikan atau tercatat oleh sistem (liter)

V_t = Total kebutuhan air tanaman selama periode pengamatan (liter)

3) Pengamatan Pertumbuhan Tanaman Melon

Pengamatan tanaman dilakukan untuk memperoleh data pertumbuhan tanaman sebagai acuan evaluasi kinerja sistem kontrol irigasi berbasis IoT yang diterapkan pada tanaman melon. Pengamatan dilakukan satu kali dalam 3 hari dengan mempertimbangkan laju pertumbuhan dan perkembangan tanaman sehingga perubahan parameter dapat diamati secara jelas. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman melon. Pengamatan dilakukan secara bersamaan pada tanaman dengan perlakuan sistem irigasi terkontrol berbasis IoT dan perlakuan irigasi manual, sehingga diperoleh data perbandingan antara kedua perlakuan. Pengambilan data dilakukan pada masing-masing 30 sampel tanaman untuk perlakuan sistem dan 30 sampel tanaman untuk perlakuan manual, sehingga diperoleh gambaran perbedaan pertumbuhan dan perkembangan tanaman melon yang jelas.

D. Analisis Data Penelitian

Analisis data pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Analisis dilakukan dengan menghitung volume air irigasi berdasarkan debit aliran dan durasi operasi pompa, kemudian membandingkan penggunaan air antara sistem irigasi terkontrol berbasis IoT dan metode irigasi manual. Selanjutnya, efisiensi penggunaan air dan persentase penghematan air dianalisis berdasarkan hasil perhitungan tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Evaluasi Kinerja Sistem Irigasi Berbasis IoT

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, evaluasi kinerja sistem irigasi tetes berbasis *Internet of Things* (IoT) dalam penelitian ini mencakup analisis penghematan air, analisis efisiensi aktual penggunaan air, serta pengamatan pertumbuhan tanaman melon. Evaluasi ini dilakukan untuk

menilai efektivitas sistem dalam mengatur pemberian air secara terkontrol serta mengkaji dampaknya terhadap perkembangan tanaman. Analisis penghematan air dilakukan melalui perbandingan total volume air irigasi antara sistem berbasis IoT dan sistem irigasi manual. Sedangkan efisiensi aktual penggunaan air dianalisis untuk menggambarkan tingkat kesesuaian antara volume air yang diaplikasikan oleh sistem dengan kebutuhan air tanaman. Selain aspek penggunaan air, pengamatan pertumbuhan tanaman melon dilakukan sebagai indikator respons tanaman terhadap perlakuan irigasi yang diterapkan. Hasil dari masing-masing parameter evaluasi tersebut dijelaskan secara lebih rinci pada subbab berikut.

1) Hasil Analisis Penghematan Air

Data penggunaan air pada sistem irigasi tetes berbasis *Internet of Things* (IoT) diperoleh dari hasil pencatatan otomatis sistem kontrol selama periode budidaya tanaman melon. Sistem irigasi dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor kelembapan tanah dan pH tanah, sehingga pompa air hanya diaktifkan ketika nilai kelembapan dan pH tanah berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan. Setiap kali pompa aktif sistem secara otomatis mencatat lama waktu pompa hidup sebagai dasar perhitungan volume air yang diberikan.

Volume air irigasi kemudian dihitung dengan mengalikan durasi hidup pompa dengan laju aliran air pompa sebesar 0,05 liter/detik. Seluruh data durasi pompa dan volume air tersebut direkapitulasi secara harian dan selanjutnya diakumulasikan dalam interval mingguan untuk memudahkan analisis efisiensi penggunaan air. Detail data penggunaan air irigasi dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Penggunaan Air Irigasi Tetes Berbasis IoT

Interval ke-	Umur Tanaman (HST)	Rata-rata Penggunaan Air (liter/hari)	Total Air per 3 Hari (liter)	Akumulasi Air (liter)
1	1–3	5,02	15,06	15,06
2	4–6	5,27	15,81	30,87
3	7–9	5,53	16,59	47,46
4	10–12	5,79	17,37	64,83
5	13–15	6,08	18,24	83,07
6	16–18	6,38	19,14	102,21
7	19–21	6,68	20,04	122,25
8	22–24	6,99	20,97	143,22
9	25–27	7,34	22,02	165,24
10	28–30	10,99	32,97	198,21

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan air pada sistem irigasi manual ditetapkan sebesar 7,24 liter/hari yang mengacu pada pendekatan neraca air tanah dengan mempertimbangkan kapasitas lapang (*Field Capacity*), kadar air awal tanah, kedalaman akar tanaman, dan luas area irigasi. Perhitungan kebutuhan air dilakukan menggunakan persamaan kebutuhan air irigasi yang menggambarkan volume air yang diperlukan untuk mengembalikan kondisi kadar air tanah dari batas bawah menuju kapasitas lapang. Pendekatan ini umum digunakan dalam penentuan kebutuhan air tanaman berbasis zona perakaran (Irsyad & Agustoria, 2026). Nilai tersebut kemudian diberikan secara konstan selama 30 hari pengamatan pada sistem irigasi manual. Dengan pola penyiraman tersebut, total penggunaan air pada sistem irigasi manual mencapai 217,2 liter. Pemberian air secara tetap ini tidak mempertimbangkan perubahan kebutuhan air tanaman akibat pertumbuhan, kondisi lingkungan, maupun kadar kelembapan tanah.

Sementara itu, berdasarkan data pada Tabel 2, penggunaan air pada sistem irigasi tetes berbasis *Internet of Things* (IoT) menunjukkan pola yang berbeda. Volume air irigasi diberikan secara adaptif dan cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya umur tanaman. Pada fase awal pertumbuhan tanaman melon, kebutuhan air relatif lebih rendah, kemudian meningkat secara bertahap hingga interval akhir pengamatan (Zhang et al., 2023). Hal ini menunjukkan bahwa sistem IoT mampu menyesuaikan pemberian air sesuai dengan kebutuhan aktual tanaman berdasarkan pembacaan sensor kelembapan tanah dan pH tanah.

2) Hasil Analisis Efisiensi Aktual Penggunaan Air

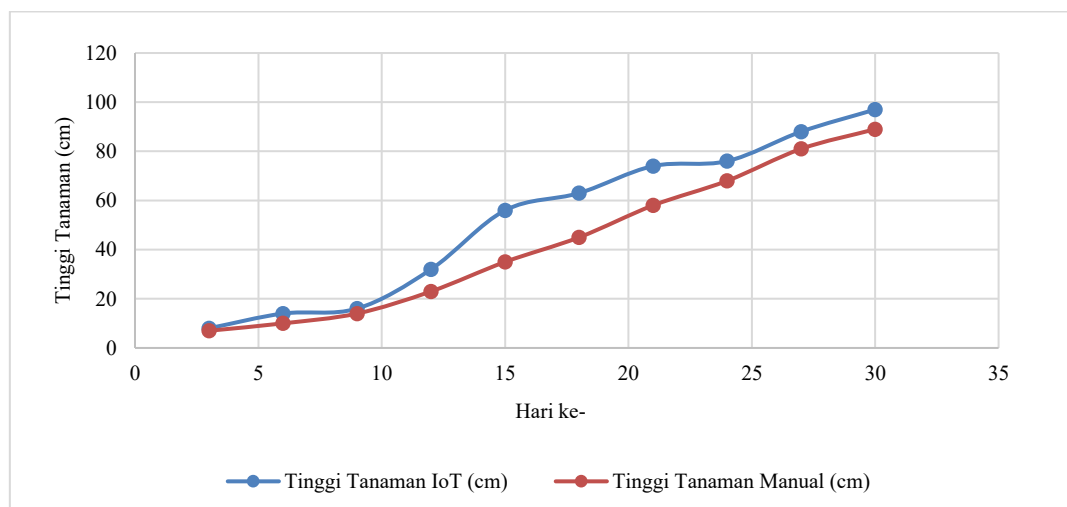
Secara keseluruhan total penggunaan air pada sistem irigasi berbasis IoT selama periode pengamatan 30 hari tercatat sebesar 198,21 liter, yang menunjukkan nilai lebih rendah dibandingkan dengan sistem irigasi manual sebesar 217,2 liter. Perbedaan tersebut menghasilkan selisih penggunaan air sebesar 18,99 liter. Jika dinyatakan dalam persentase, sistem irigasi berbasis IoT mampu menurunkan konsumsi air sebesar 8,74% dibandingkan metode manual. Penurunan volume penggunaan air ini mengindikasikan bahwa sistem irigasi IoT mampu mengatur pemberian air secara lebih terkontrol dan responsif terhadap kondisi aktual media tanam. Berdasarkan perbandingan antara volume air yang diaplikasikan dan kebutuhan air tanaman, sistem IoT menghasilkan nilai efisiensi aktual penggunaan air sebesar 91,26%. Nilai efisiensi ini menunjukkan bahwa sebagian besar air yang diberikan oleh sistem telah dimanfaatkan secara efektif sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Hasil tersebut memperlihatkan bahwa penerapan sistem irigasi tetes berbasis IoT tidak hanya berkontribusi terhadap penghematan air, tetapi juga meningkatkan ketepatan distribusi air irigasi. Meskipun penelitian dilakukan dalam periode pengamatan yang relatif singkat, temuan ini menunjukkan potensi sistem IoT dalam mendukung praktik irigasi yang lebih efisien, adaptif, dan berkelanjutan dibandingkan sistem irigasi manual.

Hasil tersebut memperlihatkan bahwa penerapan sistem irigasi tetes berbasis IoT tidak hanya berkontribusi terhadap penghematan air, tetapi juga meningkatkan ketepatan distribusi air irigasi. Hal ini sejalan dengan berbagai penelitian yang menunjukkan bahwa sistem irigasi berbasis IoT mampu mengoptimalkan penggunaan air melalui pemantauan kondisi tanah secara *real-time* dan pengendalian irigasi yang adaptif sesuai kebutuhan tanaman (Kim et al., 2008). Meskipun penelitian dilakukan dalam periode pengamatan yang relatif singkat, temuan ini menunjukkan potensi sistem IoT dalam mendukung praktik irigasi yang lebih efisien, adaptif, dan berkelanjutan dibandingkan sistem irigasi manual.

3) Pengamatan Pertumbuhan Tanaman Melon

Pengamatan pertumbuhan tanaman dilakukan dengan mengukur tinggi tanaman secara periodik selama 30 hari untuk melihat respon tanaman terhadap penerapan sistem irigasi. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tanaman melon yang dibudidayakan menggunakan sistem irigasi terkontrol berbasis IoT memiliki pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan tanaman pada sistem irigasi manual. Pada hari ke-30, rata-rata tinggi tanaman pada perlakuan IoT tercatat sebesar 52,4 cm, dengan tinggi maksimum hasil pengamatan akhir mencapai 97 cm, sedangkan pada perlakuan irigasi manual rata-rata tinggi tanaman hanya mencapai 43,1 cm dengan tinggi maksimum 89 cm. Selisih pertumbuhan antara kedua perlakuan pada akhir pengamatan mencapai 9,3 cm sebagaimana ditunjukkan pada grafik perbandingan tinggi tanaman pada Gambar 2 dengan penampakan tanaman melon seperti pada Gambar 3 berikut.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Tinggi Tanaman Sistem Irigasi Berbasis IoT dan Irigasi Manual



Gambar 3. (a) Tanaman Melon Berbasis IoT, (b) Tanaman Melon dengan Irigasi Manual (Irsyad & Agustoria, 2026).

Selain peningkatan pertumbuhan vegetatif, penerapan sistem irigasi berbasis IoT juga mempercepat masuknya tanaman ke fase generatif. Hal ini ditunjukkan oleh jumlah tanaman yang mulai berbunga pada perlakuan IoT sebanyak 21 tanaman, sedangkan pada sistem irigasi manual hanya 6 tanaman atau sekitar 3,5 kali lebih banyak. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun sistem irigasi IoT menerapkan volume air yang lebih rendah dibandingkan metode manual, pengaturan irigasi berbasis sensor mampu menjaga ketersediaan air tanah dalam kondisi optimal sehingga mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara lebih efisien.

Kondisi kelembapan tanah yang stabil dan berada pada kisaran optimal berperan penting dalam menjaga keseimbangan proses fisiologis tanaman, seperti penyerapan air dan hara, aktivitas fotosintesis, serta pembentukan organ generatif. Ketidaksesuaian pemberian air, baik berlebih maupun kurang, dapat menyebabkan stres yang menghambat pertumbuhan dan menunda pembungaan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa penerapan sistem irigasi berbasis IoT dan sensor mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui pengaturan pemberian air yang lebih presisi sesuai kebutuhan tanaman (Peeters et al., 2015; Jones, 2004).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penerapan sistem irigasi berbasis IoT memberikan pengaruh terhadap peningkatan efisiensi penggunaan air dibandingkan sistem irigasi tetes secara manual, serta mendukung pertumbuhan tanaman melon yang lebih optimal. Sistem ini menunjukkan pertumbuhan tanaman yang lebih baik, ditandai dengan tinggi tanaman yang lebih baik serta percepatan fase awal generatif hingga sekitar 3,5 kali lebih banyak dibandingkan sistem manual. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pengaturan irigasi secara otomatis berbasis IoT mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air sekaligus mendukung produktivitas tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Huda, A. N., & Suwarno, W. B. (2017). *Keragaman Genetik Karakteristik Buah antar 17 Genotipe Melon (Cucumis melo L.)*. 8(April), 1–12.
- Irfan, M., & Yulkifli. (2025). Smart Farming Sistem Monitoring dan Kontrol Kualitas Tanah Berbasis IoT untuk Meningkatkan Produktivitas Pertanian. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 9(ISSN: 2614-3097(online)), 8291–8299.
- Irsyad, F., & Agustoria, K. (2026). *Monitoring Manajemen Irigasi Pada Budidaya Melon Berbasis IoT*. 14(1), 33–49. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v14i1.1231>
- Jones, H. G. (2004). Irrigation scheduling: advantages and pitfalls of plant-based methods. *Journal of Experimental Botany*, 55(407), 2427–2436. <https://doi.org/10.1093/jxb/erh213>
- Kim, Y., Evans, R. G., & Iversen, W. M. (2008). Remote Sensing and Control of an Irrigation System Using a Distributed Wireless Sensor Network. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 57(7), 1379–1387. <https://doi.org/10.1109/TIM.2008.917198>

- Kumalasari, Suwanto, Tini, E., & Minarni. (2024). Yield comparison of three melon (*Cucumis melo* L .) varieties cultivated with dutch bucket and drip irrigation systems. *Jurnal Kultivasi Vol. 23 (3) December 2024 ISSN: 1412-4718, EISSN: 2581-138x*, 23(December), 345–353.
- Kurniawan, A., Sulitiadi, S., & Ristono, A. (2021). Monitoring Iklim Mikro pada Greenhouse Secara Real Time Menggunakan Internet of Things (IoT) Berbasis Thingspeak Microclimate Monitoring of Greenhouse in Real Time Using Thingspeak- Based Internet of Things (IoT). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 10(P-ISSN 2302-559X; E-ISSN 2549-0818), 468–480.
- Peeters, A., Zude, M., Käthner, J., Ünlü, M., Kanber, R., Hetzroni, A., Gebbers, R., & Ben-Gal, A. (2015). Getis–Ord’s hot- and cold-spot statistics as a basis for multivariate spatial clustering of orchard tree data. *Computers and Electronics in Agriculture*, 111, 140–150. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compag.2014.12.011>
- Pratama, A. J., & Mandela, R. (2024). Evaluating the Effectiveness of Smart Irrigation Systems in Improving Agricultural Productivity. *AGRICULTURAL POWER JOURNAL (APJ)*, 1(4), 1–9.
- Zhang, H., Wang, Z., Yu, S., & Teng, A. (2023). Crop coef fi cient determination and evapotranspiration estimation of watermelon under water de fi cit in a cold and arid environment. *Front Plant Sci*, June, 1–16. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1153835>