

Evaluasi Kinerja Otomatisasi Irigasi Berbasis *Internet of Things (IOT)* di Daerah Irigasi Pamukkulu

Yulius Titirloloby¹ | Yustian Siswasandhi¹ | Mahmuddin*² | M. Agusalim²

1 Mahasiswa Program Studi Teknik Pengairan,
Fakultas Teknik, Universitas
Muhammadiyah Makassar, Indonesia.

Email:

julius.scout@gmail.com
voesthian@gmail.com

2 Program Studi Teknik Pengairan, Fakultas
Teknik, Universitas Muhammadiyah
Makassar, Indonesia.

Email:

mahmuddin@unismuh.ac.id
m.agusalim@unismuh.ac.id

Korespondensi:

*Mahmuddin

mahmuddin@unismuh.ac.id

ABSTRAK

Perubahan iklim yang menyebabkan musim kemarau berkepanjangan di berbagai wilayah Indonesia berdampak pada menurunnya ketersediaan air untuk kebutuhan pertanian, khususnya pada budidaya tanaman cabai. Kondisi tersebut menyebabkan terganggunya pertumbuhan tanaman, penurunan produktivitas, hingga risiko gagal panen. Oleh karena itu, diperlukan sistem pengelolaan air yang efektif dan efisien melalui penerapan teknologi *smart irrigation* berbasis *Internet of Things (IoT)*. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja otomatisasi irigasi berbasis IoT dalam pengelolaan debit air pada Daerah Irigasi Pamukkulu. Sistem *smart irrigation* bekerja dengan memanfaatkan sensor untuk memantau kondisi lingkungan dan kebutuhan air tanaman secara *real-time* sehingga pemberian air dapat dilakukan secara tepat sesuai kebutuhan tanaman. Selain meningkatkan efisiensi penggunaan air, sistem ini juga membantu mengurangi pemborosan air, meminimalkan dampak pencemaran tanah dan air, serta mendukung keberlanjutan lingkungan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa penerapan sistem otomatisasi irigasi berbasis IoT mampu meningkatkan efektivitas distribusi air dan mempermudah pemantauan kondisi lahan secara jarak jauh melalui aplikasi *mobile* maupun *website*. Dengan demikian, teknologi *smart irrigation* berbasis IoT dapat menjadi solusi inovatif dalam pengelolaan air irigasi yang lebih efisien, berkelanjutan, dan mendukung peningkatan produktivitas pertanian.

Kata Kunci:

Internet Of Things (IoT), Irigasi Otomatis, Efisiensi Air, Debit Air.

ABSTRACT

Climate change causing prolonged dry seasons in various regions of Indonesia has impacted the reduction of water availability for agricultural needs, particularly in chili cultivation. This condition disrupts plant growth, decreases productivity, and increases the risk of crop failure. Therefore, an effective and efficient water management system is required through the implementation of Internet of Things (IoT)-based smart irrigation technology. This study aims to evaluate the performance of IoT-based irrigation automation in water discharge management in the Pamukkulu Irrigation Area. The smart irrigation system utilizes sensors to monitor environmental conditions and plant water requirements in real-time, enabling precise water distribution according to crop needs. In addition to improving water use efficiency, this system also helps reduce water waste, minimize soil and water pollution impacts, and support environmental sustainability. The evaluation results indicate that the implementation of IoT-based irrigation automation systems can improve the effectiveness of water distribution and facilitate remote monitoring of land conditions through mobile applications and websites. Therefore, IoT-based smart irrigation technology can serve as an innovative solution for more efficient, sustainable irrigation water management and support increased agricultural productivity.

Keywords:

Internet of Things (IoT), irrigation automation, water efficiency, water discharge.

1 | PENDAHULUAN

Perubahan iklim yang terjadi dalam beberapa tahun terakhir memberikan dampak besar terhadap sektor pertanian di Indonesia. Fenomena peningkatan suhu global, perubahan pola curah hujan, dan musim kemarau yang semakin panjang menyebabkan ketersediaan air menjadi tidak menentu. Kondisi tersebut berdampak langsung pada menurunnya produktivitas pertanian, terutama pada tanaman hortikultura seperti cabai yang sangat membutuhkan pasokan air yang stabil untuk mendukung

pertumbuhan dan produksi. Di berbagai daerah di Indonesia, petani sering mengalami gagal panen akibat keterbatasan air pada musim kemarau serta kurang optimalnya sistem pengairan yang masih dilakukan secara manual (Herlina, N., & Prasetyorini, A. 2020).

Ketersediaan air menjadi salah satu faktor utama dalam keberhasilan budidaya tanaman. Tanaman cabai membutuhkan tingkat kelembapan tanah yang stabil agar proses fotosintesis dan penyerapan unsur hara dapat berlangsung dengan baik. Namun, sebagian besar petani masih menggunakan metode penyiraman konvensional yang dilakukan berdasarkan perkiraan tanpa mempertimbangkan kondisi kelembapan tanah secara aktual. Cara tersebut menyebabkan penggunaan air menjadi tidak efisien dan berpotensi menimbulkan pemborosan air, terutama pada lahan kering yang memiliki kemampuan menyimpan air lebih rendah dibandingkan lahan basah (Nalendra & Mujiono, 2020).

Lahan kering merupakan area pertanian yang tidak pernah atau jarang tergenang air sepanjang tahun. Walaupun demikian, lahan kering memiliki potensi yang sangat besar untuk dikembangkan karena luasnya lebih besar dibandingkan lahan basah. (Hikmat et al. 2023). Pemanfaatan lahan kering secara optimal memerlukan sistem pengelolaan air yang baik agar kebutuhan air tanaman tetap terpenuhi meskipun curah hujan rendah. Oleh sebab itu, diperlukan inovasi teknologi yang mampu membantu petani dalam mengatur penggunaan air secara efektif dan efisien sehingga produktivitas tanaman tetap terjaga (Mulyani, A., & Suwanda, M. H. 2020).

Perkembangan teknologi digital, *khususnya Internet of Things (IoT)*, memberikan peluang besar dalam pengembangan sistem pertanian modern atau smart farming (Busran et al., 2024). Teknologi IoT memungkinkan berbagai perangkat elektronik dan sensor saling terhubung melalui jaringan internet untuk melakukan pemantauan dan pengendalian secara otomatis. Dalam bidang pertanian, penerapan IoT dapat digunakan untuk memantau kelembapan tanah, suhu udara, kelembapan udara, curah hujan, serta kondisi lingkungan lainnya secara *real-time*. Data yang diperoleh dari sensor kemudian dapat digunakan untuk menentukan kebutuhan air tanaman secara akurat sehingga proses irigasi dapat dilakukan secara otomatis sesuai kebutuhan tanaman (Pertiwi, A., 2021).

Sistem smart irrigation berbasis IoT merupakan salah satu inovasi yang saat ini banyak dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air pada sektor pertanian (Fadillah, A., 2025). Sistem ini bekerja dengan memanfaatkan sensor kelembapan tanah, sensor suhu, dan mikrokontroler yang terhubung dengan internet sehingga proses penyiraman dapat dilakukan secara otomatis ketika kondisi tanah berada di bawah batas kelembapan tertentu. Selain itu, petani juga dapat memantau kondisi tanaman dari jarak jauh melalui aplikasi berbasis web maupun perangkat mobile. Teknologi ini dinilai mampu mengurangi penggunaan air secara berlebihan serta meningkatkan efektivitas pengelolaan lahan pertanian (Ali & Suharjo, 2022).

Implementasi smart irrigation berbasis IoT tidak hanya memberikan manfaat dalam efisiensi penggunaan air, tetapi juga mampu meningkatkan produktivitas tanaman. Pemberian air yang sesuai kebutuhan tanaman dapat menjaga kestabilan kelembapan tanah sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih optimal. Penelitian yang dilakukan oleh (Arief et al. 2024) menunjukkan bahwa penggunaan sistem penyiraman otomatis berbasis IoT dan metode Fuzzy Mamdani pada tanaman cabai mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dibandingkan sistem penyiraman manual. Selain itu, penggunaan teknologi otomatisasi juga dapat mengurangi ketergantungan terhadap tenaga kerja dan mempermudah petani dalam melakukan pengawasan terhadap kondisi lahan.

Di sisi lain, pengelolaan air yang kurang baik dapat menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan. Apabila air hujan langsung dialirkan ke sungai tanpa adanya upaya resapan, maka debit air sungai akan meningkat dan berpotensi menyebabkan banjir. Sebaliknya, pada musim kemarau terjadi kekurangan air yang berdampak pada menurunnya produktivitas pertanian. Oleh karena itu, penggunaan sistem irigasi cerdas menjadi salah satu solusi yang dapat membantu mengoptimalkan distribusi air, menjaga kelembapan tanah, serta mengurangi risiko pencemaran air dan tanah akibat penggunaan air yang tidak efisien (Bafdal, N. 2020).

Penggunaan teknologi IoT pada sektor pertanian juga mendukung transformasi pertanian menuju konsep Agriculture 4.0. Konsep ini menekankan pemanfaatan teknologi digital, sensor, otomasi, dan sistem berbasis data dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian (Khaidar, A. 2025). Penerapan smart farming berbasis IoT telah banyak diterapkan di berbagai negara dan terbukti mampu meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya alam, terutama air dan energi. Di Indonesia, penerapan teknologi ini masih terus berkembang dan membutuhkan dukungan dari pemerintah, akademisi, serta masyarakat agar dapat diterapkan secara luas oleh petani (Sari, D. P., & Kurniawan, A. 2021).

Selain meningkatkan efisiensi penggunaan air, sistem smart irrigation juga dapat membantu petani dalam mengambil keputusan secara cepat dan tepat (Rohman., 2025). Informasi mengenai kondisi tanah dan lingkungan yang ditampilkan secara *real-time* memungkinkan petani mengetahui kebutuhan tanaman secara akurat. Dengan demikian, tindakan penyiraman, pemupukan, maupun pengendalian lingkungan dapat dilakukan secara lebih efektif. Teknologi ini juga mendukung penghematan biaya operasional karena penggunaan air dan energi dapat dikontrol sesuai kebutuhan tanaman (Walid, M., 2024).

Penelitian mengenai sistem irigasi otomatis berbasis IoT telah banyak dilakukan dengan berbagai metode dan teknologi. Beberapa penelitian memanfaatkan platform Blynk sebagai media monitoring dan pengendalian jarak jauh, sedangkan penelitian lainnya menggunakan sistem berbasis website maupun cloud computing untuk menyimpan dan menampilkan data sensor secara *real-time*. Pengembangan teknologi tersebut menunjukkan bahwa sistem smart irrigation memiliki potensi besar untuk diterapkan dalam budidaya tanaman cabai di Indonesia, khususnya pada lahan kering yang memiliki keterbatasan sumber daya air (Karar et al., 2021).

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penerapan sistem perhitungan debit air smart irrigation berbasis IoT merupakan solusi yang tepat dalam mengatasi permasalahan pengelolaan air pada budidaya tanaman cabai. Teknologi ini mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air, mendukung produktivitas tanaman, mempermudah proses monitoring lahan, serta mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, penelitian mengenai "Evaluasi Kinerja Otomatisasi

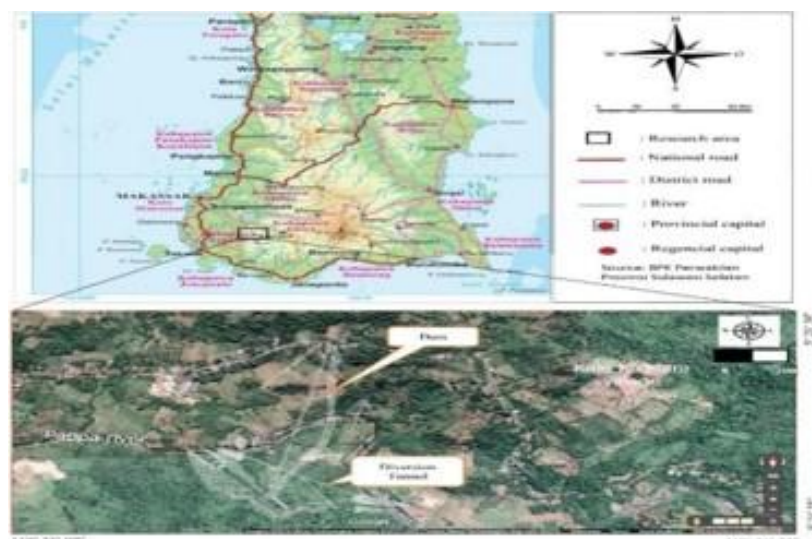
Irigasi Berbasis *Internet of Things (IoT)*” perlu dilakukan guna mengetahui efektivitas sistem dalam mendukung pengelolaan air yang berkelanjutan pada sektor pertanian.

2 | METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif yang dilakukan di Daerah Irigasi Pamukkulu, Kabupaten Takalar, Provinsi Sulawesi Selatan, dengan tujuan mengevaluasi kinerja sistem otomatisasi irigasi berbasis *Internet of Things (IoT)* dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air irigasi. Data yang digunakan terdiri atas data primer berupa observasi, pengujian sensor, dan dokumentasi perangkat IoT seperti sensor kelembapan tanah, sensor debit air, mikrokontroler, serta sistem monitoring berbasis aplikasi, sedangkan data sekunder diperoleh dari instansi terkait, jurnal, dan literatur pendukung berupa data klimatologi, curah hujan, pola tanam, dan kebutuhan air tanaman. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi, dokumentasi, studi literatur, dan pengujian langsung sistem smart irrigation, kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah penerapan sistem otomatisasi berdasarkan parameter akurasi sensor, kestabilan monitoring, efisiensi penggunaan air, dan ketepatan distribusi air irigasi untuk mengetahui efektivitas sistem dalam mendukung pengelolaan air yang lebih efisien dan berkelanjutan.

2.1 | Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Desa Kale ko'mara, Kecamatan (polong) bangkeng, Kabupaten Takalar. Lokasi ini tepatnya berada pada Koordiant 5.4096806°S 119.5646611°E. Lokasi ini dipilih karena sesuai dengan penelitian yang akan dilakukan Evaluasi kinerja otomatisasi irigasi berbasis internet things (IOT) dan sistem otomatisasi berbasis IoT terhadap efisiensi penggunaan air di Daerah Irigasi Pamukkulu. Kegiatan penelitian berlangsung selama kurang lebih enam bulan, yang meliputi tahap Persiapan, tahap Pengumpulan Data, tahap Analisis Data dan tahap Kesimpulan.



GAMBAR 1. Lokasi Penelitian

Gambar 1. Menunjukkan bahwa penelitian dilaksanakan di di Desa Kale ko'mara, Kecamatan (polong) bangkeng, Kabupaten Takalar.

2.2 | Prosedur Penelitian Dan Analisa Data

Prosedur penelitian diawali dengan tahap persiapan melalui studi literatur dan pengumpulan referensi yang berkaitan dengan sistem otomatisasi irigasi, *Internet of Things (IoT)*, sensor kelembapan tanah, sensor debit air, serta sistem monitoring dan pengendalian irigasi berbasis teknologi. Selanjutnya dilakukan survei awal di Daerah Irigasi Pamukkulu, Kabupaten Takalar, Provinsi Sulawesi Selatan, untuk mengamati kondisi jaringan irigasi dan penerapan sistem otomatisasi yang digunakan. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, pengujian perangkat IoT, dan dokumentasi kondisi sistem irigasi. Selain data primer, dikumpulkan pula data sekunder berupa data klimatologi, curah hujan, kebutuhan air tanaman, pola tanam, serta referensi teknis yang diperoleh dari instansi terkait dan literatur pendukung. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk mengetahui kinerja sistem otomatisasi irigasi berbasis IoT dalam mendukung efisiensi penggunaan air. Analisis dilakukan dengan mengevaluasi tingkat akurasi sensor, kestabilan sistem monitoring, efektivitas distribusi air, serta efisiensi penggunaan air sebelum dan sesudah penerapan sistem otomatisasi. Hasil analisis digunakan untuk mengetahui tingkat efektivitas smart irrigation berbasis IoT dalam mendukung pengelolaan air irigasi yang lebih efisien dan berkelanjutan. Data penelitian selanjutnya disajikan dalam bentuk uraian deskriptif, tabel, grafik, dan dokumentasi lapangan guna mempermudah interpretasi hasil penelitian.

3 | HASIL

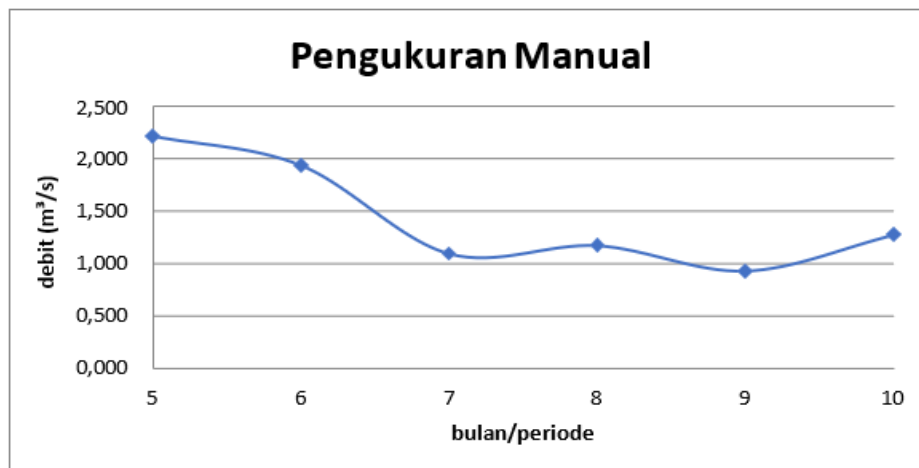
Hasil penelitian ini diperoleh dari evaluasi kinerja sistem otomatisasi irigasi berbasis *Internet of Things (IoT)* yang diterapkan di Daerah Irigasi Pamukkulu, Kabupaten Takalar. Evaluasi dilakukan dengan menganalisis kemampuan sistem dalam melakukan monitoring dan pengendalian distribusi air irigasi secara otomatis berdasarkan kondisi lingkungan dan kebutuhan tanaman. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem smart irrigation berbasis IoT mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air, mempermudah proses monitoring kondisi lahan secara *real-time*, serta membantu pengendalian penyiraman secara lebih tepat dan terukur. Selain itu, hasil penelitian juga memberikan gambaran mengenai tingkat efektivitas sensor dan sistem otomatisasi dalam mendukung pengelolaan air irigasi yang lebih efisien, stabil, dan berkelanjutan pada daerah irigasi Pamukkulu.

3.1 | Analisis Hasil Pengukuran Manual

TABEL 1. Hasil rata-rata pengukuran manual

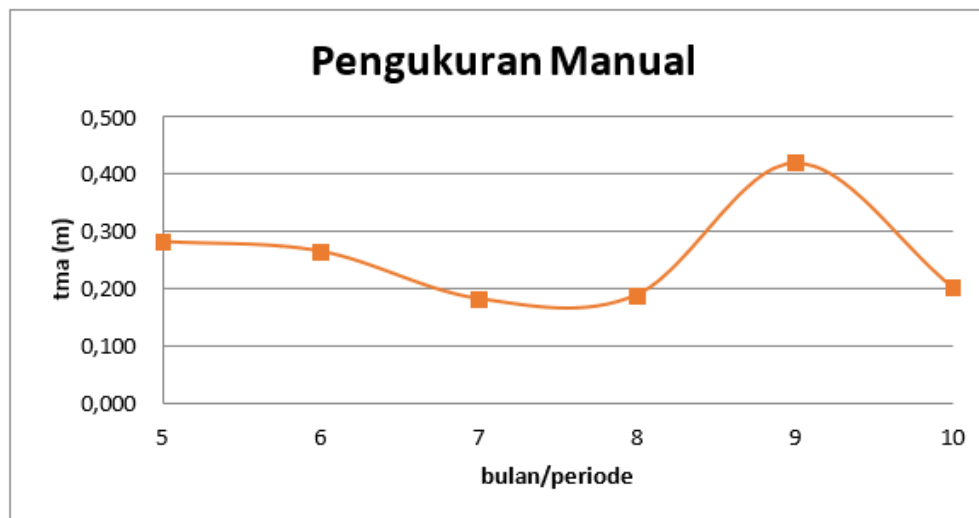
BULAN/PERIODE	RATA-RATA DEBIT	RATA-RATA TMA	RATA-RATA BUKAAN PINTU
MEI	2,213	0,282	12
JUNI	1,934	0,265	12
JULI	1,089	0,182	12
AGUSTUS	1,167	0,188	12
SEPTEMBER	0,924	0,42	12
OKTOBER	1,267	0,202	12
Rata-rata Total	1,432	0,256	12

Berdasarkan tabel 1. Menunjukkan debit rata-rata bulanan menunjukkan tren menurun dari bulan Mei hingga September. Debit tertinggi terjadi pada bulan Mei sebesar 2,213 m³/s, kemudian menurun pada bulan Juni menjadi 1,934 m³/s dan semakin berkurang pada bulan Juli dan Agustus. Debit terendah terjadi pada bulan September dengan nilai 0,924 m³/s, yang menunjukkan bahwa periode tersebut merupakan kondisi aliran minimum. Pada bulan Oktober debit kembali meningkat menjadi 1,267 m³/s, yang menandakan mulai terjadinya pemulihan aliran. Nilai TMA rata-rata juga mengalami perubahan seiring dengan perubahan debit. Pada bulan Mei, saat debit tertinggi, TMA mencapai 0,282 m. Selanjutnya TMA menurun pada bulan Juni, Juli, dan Agustus, seiring dengan penurunan debit. Namun, pada bulan September terjadi nilai TMA yang relatif tinggi yaitu 0,420 meskipun debitnya paling kecil. Hal ini mengindikasikan adanya kemungkinan kondisi aliran tertahan atau backwater di hulu pintu air, yang menyebabkan tinggi muka air meningkat meskipun debit yang mengalir relatif kecil.



GAMBAR 2. Grafik rata-rata debit pengukuran manual

Berdasarkan gambar 2 grafik pengukuran debit manual, terlihat bahwa debit air mengalami perubahan pada setiap periode pengamatan dari bulan ke-5 hingga bulan ke-10. Pada bulan ke-5 debit air berada pada nilai tertinggi sekitar 2,2 m³/s, kemudian mengalami penurunan pada bulan ke-6 menjadi sekitar 1,9 m³/s. Penurunan debit yang cukup signifikan terjadi pada bulan ke-7 dengan nilai sekitar 1,1 m³/s. Selanjutnya pada bulan ke-8 debit air sedikit meningkat menjadi sekitar 1,2 m³/s, namun kembali mengalami penurunan pada bulan ke-9 hingga mencapai sekitar 0,9 m³/s sebagai nilai terendah selama periode pengamatan. Pada bulan ke-10 debit air kembali meningkat menjadi sekitar 1,3 m³/s. Secara umum, grafik menunjukkan bahwa debit air cenderung mengalami fluktuasi dengan tren penurunan pada pertengahan periode pengamatan yang kemungkinan dipengaruhi oleh kondisi curah hujan dan ketersediaan air di daerah irigasi.



GAMBAR 3. Grafik rata-rata tma pengukuran manual

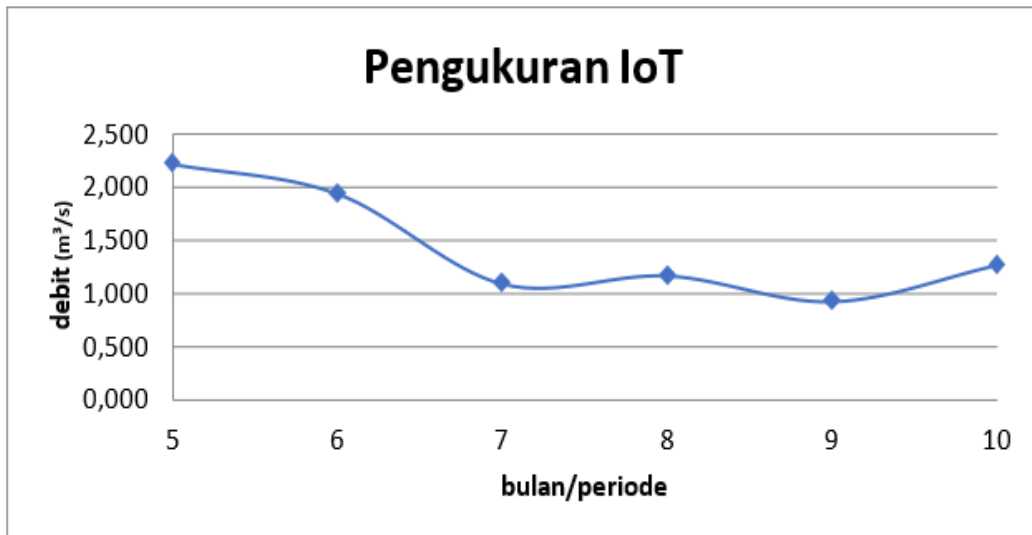
Berdasarkan gambar 3 grafik pengukuran tinggi muka air (TMA) manual, terlihat bahwa nilai TMA mengalami perubahan pada setiap periode pengamatan. Pada bulan ke-5 nilai TMA berada pada kisaran 0,28 m dan sedikit menurun pada bulan ke-6 menjadi sekitar 0,26 m. Penurunan kembali terjadi pada bulan ke-7 hingga mencapai sekitar 0,18 m sebagai salah satu nilai terendah selama pengamatan. Pada bulan ke-8 nilai TMA relatif stabil di sekitar 0,19 m. Selanjutnya terjadi peningkatan yang cukup signifikan pada bulan ke-9 dengan nilai mencapai sekitar 0,42 m yang merupakan nilai tertinggi selama periode pengamatan. Namun pada bulan ke-10 nilai TMA kembali menurun menjadi sekitar 0,20 m. Secara umum, grafik menunjukkan bahwa tinggi muka air mengalami fluktuasi yang dipengaruhi oleh perubahan debit aliran dan kondisi ketersediaan air pada saluran irigasi.

3.2 | Analisis Hasil Pengukuran *Internet Of Things (IOT)*

TABEL 2. Hasil rata-rata pengukuran IoT

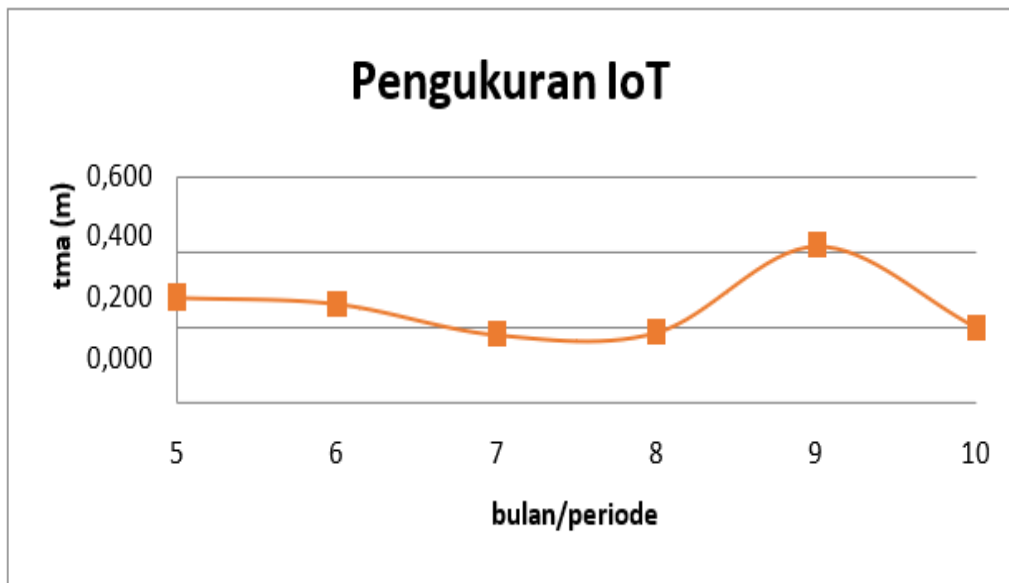
BULAN/PERIODE	RATA-RATA DEBIT	RATA- RATA TMA	RATA-RATA BUKAAN PINTU
MEI	2,213	0,283	12
JUNI	1,934	0,267	12
JULI	1,089	0,182	12
AGUSTUS	1,167	0,188	12
SEPTEMBER	0,924	0,42	12
OKTOBER	1,267	0,204	12
Rata-rata Total	1,432	0,257	12

Berdasarkan tabel 2 di atas debit rata-rata bulanan menunjukkan tren menurun dari bulan Mei hingga September. Debit tertinggi terjadi pada bulan Mei sebesar 2,213 m³/s, kemudian menurun pada bulan Juni menjadi 1,934 m³/s dan semakin berkurang pada bulan Juli dan Agustus. Debit terendah terjadi pada bulan September dengan nilai 0,924 m³/s, yang menunjukkan bahwa periode tersebut merupakan kondisi aliran minimum. Pada bulan Oktober debit kembali meningkat menjadi 1,267 m³/s, yang menandakan mulai terjadinya pemulihan aliran. Nilai TMA rata-rata juga mengalami perubahan seiring dengan perubahan debit. Pada bulan Mei, saat debit tertinggi, TMA mencapai 0,282 m. Selanjutnya TMA menurun pada bulan Juni, Juli, dan Agustus, seiring dengan penurunan debit. Namun, pada bulan September terjadi nilai TMA yang relatif tinggi yaitu 0,420 m meskipun debitnya paling kecil. Hal ini mengindikasikan adanya kemungkinan kondisi aliran tertahan atau backwater di hulu pintu air, yang menyebabkan tinggi muka air meningkat meskipun debit yang mengalir relatif kecil.



GAMBAR 4. Grafik rata-rata debit pengukuran IoT

Berdasarkan gambar 4 grafik pengukuran debit menggunakan sistem Internet of Things (IoT), terlihat bahwa debit air mengalami fluktuasi pada setiap periode pengamatan dari bulan ke-5 hingga bulan ke-10. Pada bulan ke-5 debit air berada pada nilai tertinggi sekitar 2,2 m³/s, kemudian mengalami penurunan pada bulan ke-6 menjadi sekitar 1,9 m³/s. Penurunan yang cukup signifikan kembali terjadi pada bulan ke-7 dengan nilai sekitar 1,1 m³/s. Selanjutnya pada bulan ke-8 debit air mengalami sedikit peningkatan menjadi sekitar 1,2 m³/s, kemudian kembali menurun pada bulan ke-9 hingga mencapai sekitar 0,9 m³/s. Pada bulan ke-10 debit air kembali meningkat menjadi sekitar 1,3 m³/s. Secara umum, hasil pengukuran menggunakan sistem IoT menunjukkan pola perubahan debit yang stabil dan mampu memantau kondisi debit air secara *real-time* pada saluran irigasi.



GAMBAR 5. Grafik rata-rata tma pengukuran IoT

Berdasarkan gambar 5 grafik pengukuran tinggi muka air (TMA) menggunakan sistem IoT, terlihat bahwa nilai TMA mengalami perubahan pada setiap periode pengamatan. Pada bulan ke-5 nilai TMA berada pada kisaran 0,20 m dan sedikit menurun pada bulan ke-6 menjadi sekitar 0,18 m. Penurunan kembali terjadi pada bulan ke-7 hingga mencapai sekitar 0,08 m yang merupakan salah satu nilai terendah selama pengamatan. Pada bulan ke-8 nilai TMA relatif stabil di sekitar 0,09 m. Selanjutnya terjadi peningkatan yang cukup signifikan pada bulan ke-9 dengan nilai mencapai sekitar 0,37 m sebagai nilai tertinggi selama periode pengamatan. Namun pada bulan ke-10 nilai TMA kembali menurun menjadi sekitar 0,10 m. Secara umum, grafik menunjukkan bahwa sistem IoT mampu memantau perubahan tinggi muka air secara otomatis dan memberikan informasi kondisi saluran irigasi secara lebih cepat dan efisien.

3.3 | Efisiensi Pengguna Air

TABEL 3. Hasil efisiensi manual

BULAN/PERIODE	Debit keluar	Debit masuk	Efisiensi	Keterangan
MEI	0,78	2,213	35%	Cukup
JUNI	0,78	1,934	41%	Cukup
JULI	0,78	1,089	72%	Baik
AGUSTUS	0,78	1,167	67%	Baik
SEPTEMBER	0,78	0,924	85%	Baik
OKTOBER	0,78	1,267	62%	Baik
Rata-rata Total	0,78	1,47	60%	Baik

Berdasarkan tabel 3 ini menyajikan perbandingan antara debit masuk, debit keluar, serta nilai efisiensi sistem pengaliran pada periode bulan Mei sampai Oktober. Debit keluar pada seluruh periode bernilai tetap sebesar 0,78 m³/det, yang menunjukkan bahwa sistem distribusi air atau kebutuhan di hilir relatif konstan. Sebaliknya, debit masuk mengalami variasi sesuai dengan kondisi ketersediaan air dari hulu. Efisiensi sistem dihitung sebagai perbandingan antara debit keluar terhadap debit masuk, yang dinyatakan dalam persen. Nilai ini menunjukkan seberapa besar bagian debit masuk yang dapat dimanfaatkan atau dialirkan ke hilir sesuai kebutuhan. Keseluruhan, nilai efisiensi rata-rata selama periode pengamatan adalah sebesar 60%, yang termasuk dalam kategori baik. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pintu air dan saluran yang diteliti secara umum mampu menyalurkan lebih dari setengah debit masuk menjadi debit keluar yang bermanfaat.

TABEL 4. Hasil efisiensi IoT

BULAN/PERIODE	Debit keluar	Debit masuk	Efisiensi	Keterangan
MEI	0,78	2,213	35%	Cukup
JUNI	0,78	1,934	41%	Cukup
JULI	0,78	1,089	72%	Baik
AGUSTUS	0,78	1,167	67%	Baik
SEPTEMBER	0,78	0,924	85%	Baik
OKTOBER	0,78	1,267	62%	Baik
Rata-rata Total	0,78	1,47	60%	Baik

Berdasarkan tabel 4 ini menyajikan perbandingan antara debit masuk, debit keluar, serta nilai efisiensi sistem pengaliran pada periode bulan Mei sampai Oktober. Debit keluar pada seluruh periode bernilai tetap sebesar 0,78 m³/det, yang menunjukkan bahwa sistem distribusi air atau kebutuhan di hilir relatif konstan. Sebaliknya, debit masuk mengalami variasi sesuai dengan kondisi ketersediaan air dari hulu. Efisiensi sistem dihitung sebagai perbandingan antara debit keluar terhadap debit masuk, yang dinyatakan dalam persen. Nilai ini menunjukkan seberapa besar bagian debit masuk yang dapat dimanfaatkan atau dialirkan ke hilir sesuai kebutuhan. Keseluruhan, nilai efisiensi rata-rata selama periode pengamatan adalah sebesar 60%, yang termasuk dalam kategori baik. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pintu air dan saluran yang diteliti secara umum mampu menyalurkan lebih dari setengah debit masuk menjadi debit keluar yang bermanfaat.

3.4 | Evaluasi Kinerja Sistem Otomatisasi *Internet Of Things (IOT)*

TABEL 5. Hasil Evaluasi kinerja sistem otomatisasi IoT

Parameter	Nilai Rata-rata	Kriteria Penilaian	Hasil Evaluasi
Debit	1,47	Debit Stabil	Baik
TMA	0,26	Stabil	Baik
Bukaan Pintu cm	12	Responsif	Baik
Kebutuhan Air	0,513	Stabil	Baik
Efisiensi	60%	Stabil	Baik
Kesimpulan Umum	-	-	Sistem otomatisasi IoT di daerah Irigasi Pamukkulu Bekerja optimal dalam menjaga kestabilan

Berdasarkan tabel 5 di atas menunjukkan bahwa nilai rata-rata debit 1,47 m³/det dengan kriteria debit stabil dan hasil evaluasi baik, nilai rata-rata tinggi muka air sebesar 0,26 m dengan kondisi stabil dan hasil evaluasi baik. Sementara rata-rata bukaan pintu sebesar 12 cm dengan kriteria responsive dan hasil evaluasi baik, kebutuhan air tanam mencukupi dan Efisiensi Sabil. Secara umum, sistem otomatisasi IoT pada daerah irigasi pamukkulu bekerja secara optimal dalam menjaga kestabilan debit dan tinggi muka air. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan respon yang cepat terhadap perubahan kondisi aliran air, sehingga mendukung efisiensi pengelolaan irigasi secara otomatis.

4 | PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian, penerapan sistem otomatisasi irigasi berbasis Internet of Things (IoT) di Daerah Irigasi Pamukkulu menunjukkan kinerja yang cukup baik dalam mendukung pengelolaan air secara lebih efektif dan efisien. Hasil pengukuran manual dan pengukuran menggunakan sistem IoT memperlihatkan pola perubahan debit air dan tinggi muka air (TMA) yang relatif sama pada setiap periode pengamatan, sehingga menunjukkan bahwa sistem IoT mampu memberikan hasil monitoring yang mendekati kondisi aktual di lapangan.

Pada hasil pengukuran debit air, terlihat adanya tren penurunan debit dari bulan Mei hingga September, kemudian kembali meningkat pada bulan Oktober. Debit tertinggi terjadi pada bulan Mei sebesar 2,213 m³/det, sedangkan debit terendah terjadi pada bulan September sebesar 0,924 m³/det. Kondisi ini menunjukkan bahwa ketersediaan air pada saluran irigasi sangat dipengaruhi oleh faktor musim dan curah hujan. Penurunan debit pada pertengahan musim kemarau mengindikasikan berkurangnya suplai air dari sumber irigasi, sedangkan peningkatan debit pada bulan Oktober menunjukkan adanya pemulihan kondisi hidrologi. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa perubahan musim sangat memengaruhi stabilitas ketersediaan air pada sektor pertanian.

Pengamatan terhadap tinggi muka air (TMA) menunjukkan adanya hubungan dengan perubahan debit aliran. Pada saat debit tinggi, nilai TMA cenderung stabil, sedangkan pada kondisi debit rendah ditemukan anomali peningkatan TMA pada bulan September sebesar 0,420 m. Kondisi tersebut mengindikasikan kemungkinan terjadinya aliran tertahan (*backwater*) di sekitar pintu air atau saluran hulu sehingga muka air meningkat meskipun debit aliran relatif kecil. Fenomena ini menunjukkan bahwa selain faktor debit, kondisi fisik saluran dan pengoperasian pintu air juga memengaruhi kestabilan sistem irigasi.

Hasil pengukuran menggunakan sistem IoT menunjukkan kemampuan monitoring secara *real-time* yang lebih efektif dibandingkan metode manual. Sistem IoT mampu merekam perubahan debit dan TMA secara otomatis tanpa memerlukan pengamatan langsung secara terus-menerus di lapangan. Dengan adanya sensor dan sistem monitoring berbasis aplikasi, operator irigasi dapat mengetahui kondisi saluran lebih cepat sehingga pengambilan keputusan dalam pengaturan distribusi air dapat dilakukan secara lebih tepat. Hal ini menjadi salah satu keunggulan utama penerapan teknologi IoT dalam pengelolaan sistem irigasi modern.

Berdasarkan hasil efisiensi penggunaan air, diperoleh rata-rata efisiensi sebesar 60% dengan kategori baik. Nilai efisiensi tertinggi terjadi pada bulan September sebesar 85%, sedangkan efisiensi terendah terjadi pada bulan Mei sebesar 35%. Tingginya efisiensi pada bulan September disebabkan oleh kecilnya debit masuk sehingga sebagian besar air yang tersedia dapat dimanfaatkan secara optimal. Sebaliknya, pada saat debit masuk tinggi, efisiensi cenderung lebih rendah karena kemungkinan adanya kehilangan air pada saluran atau distribusi yang belum optimal. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa sistem otomatisasi IoT mampu membantu menjaga kestabilan distribusi air sehingga penggunaan air menjadi lebih efisien.

Evaluasi kinerja sistem otomatisasi IoT menunjukkan bahwa parameter debit, tinggi muka air, bukaan pintu, kebutuhan air, dan efisiensi berada dalam kategori baik. Nilai debit rata-rata sebesar 1,47 m³/det dan TMA rata-rata 0,26 m menunjukkan kondisi sistem yang stabil. Bukaan pintu air rata-rata sebesar 12 cm menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan respons otomatis terhadap perubahan kondisi aliran. Selain itu, kebutuhan air tanaman dapat terpenuhi dengan baik, sehingga mendukung produktivitas pertanian di wilayah irigasi Pamukkulu.

Secara umum, hasil penelitian ini membuktikan bahwa penerapan sistem smart irrigation berbasis IoT memberikan manfaat yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air, mempercepat proses monitoring, serta mendukung pengelolaan irigasi yang lebih efektif dan berkelanjutan. Teknologi ini dapat menjadi alternatif solusi dalam menghadapi tantangan keterbatasan air akibat perubahan iklim, khususnya pada sektor pertanian di daerah irigasi.

5 | KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan evaluasi kinerja sistem otomatisasi irigasi berbasis Internet of Things (IoT) di Daerah Irigasi Pamukkulu, dapat disimpulkan bahwa sistem IoT mampu bekerja dengan baik dalam melakukan monitoring dan pengendalian distribusi air irigasi secara otomatis. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pola debit air dan tinggi muka air (TMA) yang diperoleh melalui sistem IoT memiliki kesesuaian dengan hasil pengukuran manual, sehingga sistem dinilai cukup akurat dan stabil dalam memantau kondisi saluran irigasi. Hasil evaluasi juga menunjukkan bahwa debit rata-rata sebesar 1,47 m³/det, tinggi muka air rata-rata 0,26 m, dan bukaan pintu rata-rata 12 cm berada pada kondisi stabil dengan kategori penilaian baik. Selain itu, sistem mampu mendukung kebutuhan air tanaman dan menjaga kestabilan distribusi air pada jaringan irigasi. Efisiensi penggunaan air selama periode penelitian memperoleh nilai rata-rata sebesar 60% dengan kategori baik, yang menunjukkan bahwa penerapan sistem otomatisasi IoT mampu meningkatkan efektivitas pemanfaatan air irigasi. Monitoring secara *real-time* dan sistem kontrol otomatis menjadikan pengelolaan air lebih efisien, cepat, dan tepat sasaran. Secara keseluruhan, penerapan sistem otomatisasi irigasi berbasis IoT di Daerah Irigasi Pamukkulu dapat menjadi solusi inovatif

dalam mendukung pengelolaan air yang lebih efisien, berkelanjutan, serta adaptif terhadap perubahan kondisi lingkungan, sehingga berpotensi meningkatkan produktivitas pertanian di masa mendatang.

Daftar Pustaka

- Ali, M., & Suharjo, S. (2022). Smart irrigation berbasis Internet of Things untuk efisiensi penggunaan air pada pertanian modern. *Jurnal Teknologi Informatika dan Komputer*, 8(1), 45–53. <https://ejournal.itats.ac.id/jtik/article/view/2412>
- Arief, Z., Zarory, H., Jufrizel, J., & Mursyitah, D. (2024). Rancang bangun sistem pemantauan dan penyiraman pintar tanaman cabai pada greenhouse menggunakan Fuzzy Mamdani berbasis Blynk IoT. *AITI: Jurnal Teknologi Informasi*, 21(2), 271–284. <https://doi.org/10.24246/aiti.v21i2.271-284>
- Bafdal, N. (2020). Teknologi pemanenan aliran permukaan (*run off*) pada pertanian lahan kering. *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*, 5(1), 1–9. <https://doi.org/10.31289/agr.v5i1.4174>
- Busran, B., Syahrani, A., Putra, E. K., Yulianti, E., & Djauhari, M. V. (2024). Analisis lahan dan rekomendasi tanaman pada sistem pertanian cerdas berbasis IoT (Kasus: Lahan Petani Durian Tarung, Kec. Kuranji, Kota Padang). *Jurnal Teknoif Teknik Informatika Institut Teknologi Padang*, 12(2), 92–99. <https://doi.org/10.21063/jtif.2024.V12.2.92-99>
- Fadillah, A., Nugraha, D. S., & Latifa, U. (2025). Rancang Bangun Smart Drip Irrigation System Berbasis IoT Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy Mamdani dengan Teknik Vertikultur. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia*. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.1668>
- Herlina, N., & Prasetyorini, A. (2020). Pengaruh perubahan iklim pada musim tanam dan produktivitas jagung (*Zea mays* L.) di Kabupaten Malang. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(1), 118–128. <https://doi.org/10.18343/jipi.25.1.118>
- Hikmat, M., Hati, D. P., Pratamaningsih, M. M., & Sukarman. (2023). Kajian lahan kering berproduktivitas tinggi Di Nusa Tenggara untuk pengembangan pertanian. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 16(2), 119–133. <https://doi.org/10.21082/jsdl.v16n2.2022.119-133>
- Karar, M. E., Alsunaydi, F., Albusaymi, S., & Alotaibi, S. (2021). A New Smart Internet of Things (IoT)-Based Irrigation System for Water Conservation. *Agriculture*, 11(10), 1022. <https://doi.org/10.3390/agriculture11101022>
- Khaidar, A. (2025). Integrasi Teknologi Internet of Things dalam Smart Farming sebagai Strategi Digitalisasi Pertanian Menuju Era Industri 4.0. *Jurnal Improve*, 17(2). <https://ejournal.ulbi.ac.id/index.php/improve/article/view/4557>
- Mulyani, A., & Suwanda, M. H. (2020). Pengelolaan lahan kering beriklim kering untuk pengembangan jagung di Nusa Tenggara. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 13(1), 41–52. <https://epublikasi.pertanian.go.id/berkala/jsl/article/view/3345>
- Nalendra, A. K., & Mujiono, M. (2020). Perancangan IoT (Internet of Things) pada sistem irigasi tanaman cabai. *Generation Journal*, 4(2), 61–68. <https://doi.org/10.29407/gj.v4i2.14187>
- Pertiwi, A., Kristianti, V. E., Jatnita, I., & Daryanto, A. (2021). Sistem otomatisasi drip irigasi dan monitoring pertumbuhan tanaman cabai berbasis Internet of Things. *Sebatik*, 25(2), 490–497. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v25i2.1623>
- Rohman, F. N., Saputra, M. A. G., Dila, M. N., & Susilawati. (2025). Sistem Smart Irrigation Berbasis IoT dengan Monitoring Kelembaban Tanah, Suhu, dan Deteksi Hujan. *Jurnal Riset Multidisiplin Edukasi*, 2(11). <https://journal.hasbaedukasi.co.id/index.php/jurmie/article/view/1194>
- Sari, D. P., & Kurniawan, A. (2021). Smart farming berbasis Internet of Things untuk monitoring dan pengendalian lingkungan pertanian. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 5(4), 678–685. <https://jurnal.iaii.or.id/index.php/RESTI/article/view/3096>
- Walid, M., Ashar, M., & Wahyudi, M. H. (2024). Smart Drip Irrigation System Based on IoT Using Fuzzy Logic. *INTENSIF: Jurnal Ilmiah Penelitian dan Penerapan Teknologi Sistem Informasi*, 8(1), 53–69. <https://doi.org/10.29407/intensif.v8i1.21351>