



Automasi Irigasi di Lahan Pasir Pantai untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Budidaya

Aktavia Herawati^{1*}, Mujiyo, Ganjar Herdiansyah², Jauhari Syamsiyah³, Anik Lestari⁴ 

^{1,2,3,4} Universitas Sebelas Maret, Surakarta Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received December 26, 2022

Accepted July 13, 2023

Available online October 25, 2023

Kata Kunci:

Arachis hypogaea L., controller, efisiensi, lengas tanah, sensor tanah.

Keywords:

Arachis hypogaea L., controller, efficiency, soil moisture, soil sensor.



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2023 by Author. Published by Universitas Pendidikan Ganesha.

ABSTRAK

Lahan pasir pantai di Dusun Sogesanden, Desa Srigading, Kecamatan Sanden, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan lahan sub-optimal yang memiliki keterbatasan biofisik lahan. Permasalahan utama budidaya di lahan pasir yaitu rendahnya efisiensi dan efektivitas penyiraman. Diperlukan sistem irigasi yang efisien dan efektif untuk menyediakan lengas yang cukup bagi tanaman. Tujuan penelitian ini adalah merakit dan mengimplementasikan teknologi automasi irigasi tetes pada lahan budidaya kacang tanah (*Arachis hypogaea L.*). Teknologi ini mampu memberikan air secara tepat kebutuhan dan sasaran yaitu pada zona perakaran tanaman. Metode yang digunakan adalah perakitan automasi sistem irigasi dengan alat monitoring kelembapan dan aplikasi penyiraman di lahan budidaya pasir pantai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem automasi irigasi telah berhasil dirakit dan diaplikasikan pada lahan pasir pantai, sistem berfungsi dengan baik. Sensor tanah mampu membaca kondisi lengas tanah dan mengirimkan data ke controller. Layar pada LCD menunjukkan nilai kondisi lengas > 700 jika tanah dalam kondisi kering dan nilai lengas ≤420 jika tanah dalam kondisi basah. Keran otomatis akan membuka (>700) sehingga air dari tandon akan mengalir melalui selang menuju perakaran tanaman dan keran otomatis akan menutup dan menyetop aliran air dari tandon jika nilai lengas ≤420. Diperoleh efisiensi tenaga kerja siram mencapai 100% setelah menggunakan teknologi automasi irigasi irigasi tetes.

ABSTRACT

Coastal sandy soil in Sogesanden Villager, Srigading Subdistrict, Sanden District, Bantul Regency, Special Region of Yogyakarta is sub-optimal land with limited biophysical land. The main problem of cultivation on sandy soil is irrigation's low efficiency and effectiveness. An efficient and effective irrigation system is needed to provide enough moisture for the plants. This study aimed to assemble and implement drip irrigation automation technology on peanut (*Arachis hypogaea L.*) cultivation land. The technology is able to provide water according to the plant water requirements. The method used is assembling irrigation system automation with soil moisture and irrigation applications on cultivation. The results showed that the irrigation automation system had been successfully assembled and applied to coastal sandy soil, the system functioned well. Soil sensors are able to detect soil moisture conditions and send data to the controller. The LCD screen shows the moisture conditions' value > 700 if the soil is dry and the moisture value ≤420 if the soil is wet. The automatic tap will open (> 700), water from the reservoir will flow through the hose to the plant roots, and the tap will automatically close and stop the water flow from the reservoir if the moisture value is ≤420. It was obtained that the labor efficiency reached 100% after using drip irrigation automation technology.

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan lahan pasir pantai di pesisir selatan Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta dihadapkan pada permasalahan karakteristik tanah pasir pantai yang memiliki tekstur tanah pasir, dengan struktur tanah kersai, agregat tidak mantap, konsistensi lepas, sehingga menyebabkan nilai permeabilitas tanah sangat cepat, dan kemampuan menahan air sangat rendah, hanya 1,6% - 3% dari total air yang tersedia sehingga lengas tersedia sangat rendah (Imanina, A. N. et al., 2023; Tohari et al., 2020). Lahan pasir pantai merupakan lahan yang memiliki kemampuan menyimpan air yang rendah (Hasibuan, 2015; Zhang et al., 2020). Selama ini pemberian irigasi di lahan pasir pantai budidaya masih dilakukan secara konvensional dan belum memperhatikan kebutuhan air tanaman. Sekitar 80% kebutuhan air untuk pertanian cenderung boros. Padahal irigasi pertanian menggunakan hampir 70% dari seluruh air (Liu et al., 2017; Wahsyati et al., 2021). Oleh karena itu, apabila dilakukan pembaruan terhadap permasalahan ini maka keseimbangan hidrologis akan terganggu. Irigasi di lahan pasir pantai masih dilakukan menggunakan alat siram gembor atau selang yang dilakukan secara manual. Irigasi ini memiliki

*Corresponding author.

E-mail addresses: aktavia_h@staff.uns.ac.id (Aktavia Herawati)

kelemahan yaitu waktu pengerjaan lebih lama dan membutuhkan biaya tinggi. Irigasi sumur renteng merupakan sistem penyiraman dengan air irigasi ditampung pada bak penampungan primer lalu dialirkan melalui pipa menuju bak penampungan sekunder yang disusun berderet mendekati areal tanaman budidaya. Penyiraman dilakukan dengan mengambil air dari bak penampungan terdekat kemudian disiramkan pada tanaman. Keunggulan dari irigasi sumur renteng adalah penyiraman lebih efisien karena air cukup diberikan pada bak penampungan primer, mengurangi risiko kehilangan air selama pendistribusian, dan air dalam bak mampu menjangkau zona perakaran tanaman secara langsung, tetapi pemberian irigasi masih dilakukan secara konvensional sehingga kurang efektif (Efendi et al., 2019; Yasa et al., 2022). Sumur pantek dan irigasi kabut memiliki kelebihan menekan pertumbuhan hama dan gulma. Namun, sistem irigasi ini memiliki kekurangan yaitu membutuhkan biaya material yang besar dan membutuhkan tenaga diesel yang tinggi. Oleh karena itu, diperlukan inovasi teknologi irigasi yang dapat bekerja efektif dan efisien untuk budidaya tanaman di lahan pasir pantai (Arifin et al., 2021; C. Setiawan et al., 2016).

Salah satu jenis teknologi irigasi yang dapat diterapkan dalam budidaya pertanian adalah irigasi tetes permukaan tanah (*surface drip irrigation*). Irigasi tetes permukaan tanah adalah pemberian air yang dilakukan secara bertahap di permukaan tanah dengan menggunakan pipa/selang yang diletakkan di antara tanaman dan pemberian air langsung ke zona perakaran tanaman. Teknologi irigasi tetes bawah permukaan tanah dengan 75% kebutuhan air irigasi tanaman merupakan irigasi yang paling optimal untuk konservasi air dan hasil buah pada tanaman kurma (Alnaim et al., 2022; Ardiansah et al., 2018). Sistem irigasi tetes sangat diperlukan untuk peningkatan produksi tanaman karena air langsung diterapkan ke zona akar tanaman sehingga meminimalisir kerugian kehilangan air melalui perkolasi, limpasan dan evaporasi serta memungkinkan pemberian pupuk, pestisida, dan bahan kimia larut air lainnya secara efektif bersama dengan irigasi (Daccache et al., 2014; Fakhrah et al., 2022). Berbagai penelitian tentang irigasi tetes di tanah pasir telah berhasil dilakukan. Penelitian pada sistem *subsurface drip irrigation* di tanah pasir menunjukkan bahwa distribusi kelembapan tanah menggunakan jarak tetesan 30 cm lebih baik daripada yang di bawah 50 cm. Hal ini karena pada jarak 30 cm mewakili zona akar aktif untuk sebagian besar tanaman sayuran. Selain itu, instalasi pita tetes yang lebih dalam memiliki risiko tidak menyediakan kelembapan untuk tanaman berakar dangkal (Badr & Abuarab, 2013; Bajpai & Kaushal, 2020). Hasil penelitian serupa menjelaskan bahwa irigasi tetes secara signifikan meningkatkan semua parameter agronomis tanaman dibanding dengan sistem irigasi sprinkler (Amaliah et al., 2018; Prathama et al., 2023).

Automasi irigasi merupakan sebuah sistem yang mampu menyediakan kebutuhan air maksimum secara efisien dengan memonitor kelembapan tanah pada kondisi yang optimum. Sistem automasi irigasi mengoptimalkan pemanfaatan air karena sistem ini menggunakan sensor yang berfungsi sebagai kontrol untuk mengatur kapan waktunya dilakukan irigasi dan berapa banyak air yang diaplikasikan. Pengaturan waktu dan jumlah air yang diberikan sangat penting karena mampu mengurangi biaya irigasi dan mengoptimalkan pemberian air serta meningkatkan hasil panen (Muharomah et al., 2017; B. I. Setiawan & Saptomo, 2014). Sensor kelembapan tanah sebagai kontrol yang digunakan sebagai pengendali irigasi tanaman akan bekerja secara otomatis mendeteksi tingkat kelembapan tanah. Apabila tanah dalam kondisi kering maka mikrokontroler akan mengaktifkan relay sehingga valve solenoid mendapat arus listrik untuk membuka keran sehingga air dari pipa bisa mengalir menyiram tanaman. Demikian sebaliknya, apabila tanah sudah dalam kondisi basah, maka mikrokontroler akan menonaktifkan relay, selanjutnya valve solenoid menutup keran dan air berhenti mengalir. Sensor dapat meningkatkan efektivitas irigasi sehingga mendukung dalam produksi pertanian. Sistem automasi irigasi dapat melakukan efisiensi penggunaan air sebesar 20% dibanding irigasi pada umumnya sehingga mampu menghemat penggunaan air (Martínez & Reca, 2014; Singh et al., 2015).

Berbagai penelitian untuk memperbaiki karakteristik lahan pasir pantai telah dilakukan, tetapi penelitian lanjutan untuk mengkaji teknologi irigasi yang efektif dan efisien di lahan pasir pantai belum banyak dilakukan. Sistem automasi irigasi tetes merupakan solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan irigasi di lahan pasir pantai. Sistem ini memberikan air irigasi secara langsung ke perakaran tanaman sehingga tanaman akan memperoleh air secara cukup (Ardiansah et al., 2019; Fakhrah et al., 2022). Pemberian irigasi secara tepat sasaran, waktu, dan jumlah akan bermanfaat dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas hasil pertanian. Sistem automasi irigasi tetes menggunakan pipa yang dilubangi yang dipasang mendekati perakaran tanaman, sehingga air keluar dari lubang sesuai debit yang ditentukan. Sistem ini mampu mengontrol dan memonitor kebutuhan air tanaman (*water requirement*) melalui penggunaan mikrokontroler (Fakhrah et al., 2022; Prathama et al., 2023). Tujuan penelitian ini adalah merakit dan mengaplikasikan teknologi tepat guna automasi irigasi yang dilengkapi dengan alat monitoring kelembapan tanah yang dapat digunakan sebagai kontrol untuk mengetahui kadar air dalam tanah di areal budidaya kacang tanah di lahan pasir pantai.

2. METODE

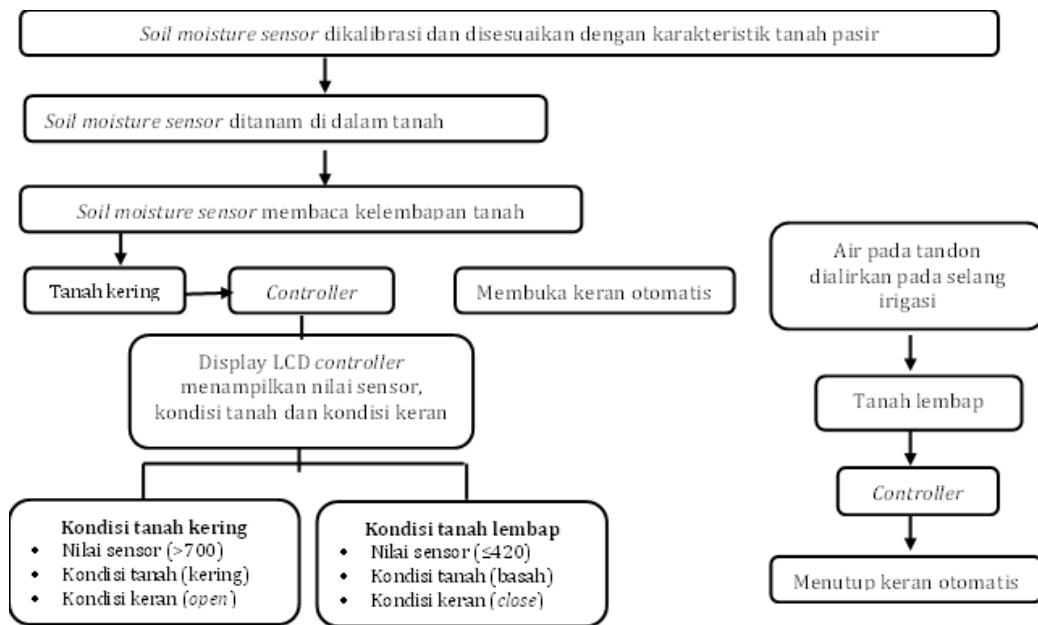
Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian aplikatif di lapangan berupa perakitan dan implementasi sistem automasi irigasi tetes (*surface drip irrigation*) di lahan budidaya kacang tanah. Sistem automasi irigasi ini menggunakan sensor kelembapan tanah yang berfungsi untuk memonitor status kelembapan tanah pada lahan budidaya. Sensor kelembapan tanah (*soil moisture sensor*) ditanam di tanah yang berguna untuk mendeteksi kondisi lengas tanah (Badr & Abuarab, 2013; Bajpai & Kaushal, 2020). *Soil moisture sensor* dikalibrasi dan disesuaikan dengan kondisi lahan pasir pantai yang memiliki porositas dan permeabilitas tinggi, sehingga sensor kompatibel untuk diterapkan pada tanah pasir dengan sifat cepat meloloskan air. Selanjutnya *soil moisture sensor* dihubungkan pada *controller*. *Controller* ini berfungsi mengolah data dan perintah dari pembacaan *soil sensor* dan juga perintah kepada keran otomatis untuk mengalirkan atau menutup air dari tandon ke areal tanaman melalui selang/pipa irigasi. Rancangan implementasi automasi sistem irigasi tetes di lahan pasir pantai dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rancangan Implementasi Automasi Irigasi Tetes di Lahan Pasir Pantai

Kegiatan penelitian dilaksanakan di areal lahan pasir pantai di Dusun Sogesanden, Srigading Sanden, Bantul, Yogyakarta yang terletak pada $110^{\circ}16'45,79''E$ dan $7^{\circ}59'55,114''S$. Tahapan/metode penelitian meliputi survei lokasi; persiapan alat dan bahan; perakitan teknologi automasi irigasi tetes; dan implementasi automasi irigasi tetes di lahan pasir pantai. Survei lokasi perlu dilakukan untuk menentukan lokasi dan mengurus izin serta berkoordinasi dengan pihak pemerintah setempat terkait kegiatan yang akan dilaksanakan. Persiapan alat dan bahan dilakukan bertujuan untuk memastikan semua alat dan bahan yang akan digunakan untuk merakit teknologi automasi irigasi sudah sesuai dan tepat. Setelah semua alat dan bahan yang dibutuhkan tersedia dan sesuai, selanjutnya adalah merakit teknologi automasi irigasi di lahan pasir pantai. Setelah proses perakitan selesai, dilanjutkan dengan uji coba implementasi teknologi automasi irigasi tetes.

Alat dan bahan yang digunakan dalam rangkaian teknologi automasi irigasi tetes ini meliputi: Soil Moisture Sensor YL-69, Arduino Uno Atmega 328, relay, solenoid valve, LCD *controller*, pipa utama, selang 7 mm 200 m, nepet tee, end plug, dan tandon air. *Soil moisture sensor* akan ditanam di dalam tanah, berfungsi untuk mendeteksi kadar lengas tanah. Besar pembacaan kelembapan tanah oleh *soil sensor* diteruskan ke *controller*. *Controller* terdiri dari rangkaian Arduino Uno Atmega 328, layar LCD, relay, modul step down dan adaptor. Arduino uno berfungsi mengolah data dan perintah dari pembacaan *soil sensor* (Nugroho, 2018; Sahira et al., 2017) dan juga perintah untuk membuka atau menutup kepada keran air otomatis. Layar LCD berfungsi menyajikan tampilan pengolahan data dan perintah dari arduino. Penyambungan arduino ke NodeMCU melalui komunikasi serial, sehingga arduino dapat mengirimkan data tersebut ke NodeMCU. Sistem NodeMCU ini bekerja dengan batasan-batasan, yaitu batasan minimum pada nilai titik kritis yaitu apabila kadar lengas mendekati titik layu permanen dan batasan maksimum pada nilai kapasitas lapangan. Batasan minimum dan maksimum ini tergantung pada jenis tanaman. Relay berfungsi mengendalikan arus listrik pada keran otomatis sesuai perintah dari arduino. Jika nilai hasil pembacaan *soil sensor* telah melewati batas minimum dan maksimum yang telah ditentukan, maka akan diteruskan sebagai keluaran (*output*) pada relay. Modul *step down* berfungsi menurunkan tegangan listrik dan adaptor berfungsi menghubungkan komponen dengan sumber listrik. Rangkaian dan alur kerja teknologi automasi irigasi tetes di lahan pasir dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian dan Alur Kerja Teknologi Automasi Irigasi Tetes di Lahan Pasir Pantai

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Survei lokasi penelitian telah dilakukan di lahan pasir pantai Dusun Sogesanden, Desa Srigading, Sanden, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Survei lokasi bertujuan menentukan dan meninjau lokasi penerapan automasi irigasi tetes pada lahan pasir pantai. Lokasi penelitian dipilih berdasarkan karakteristik lahan. Pada daerah tersebut sangat tepat untuk dilakukan implementasi teknologi automasi irigasi tetes karena kondisi wilayah, teknologi irigasi yang digunakan, dan karakteristik tanah yang dimiliki. Kondisi wilayah penelitian merupakan daerah pesisir pantai selatan yang memiliki karakteristik fisik berupa kecepatan angin sangat tinggi (pagi hari 2,1 – 3,2 m/detik, siang hari 13 – 15 m/detik dan sore hari 8,2 – 10,3 m/detik), suhu permukaan tanah sangat tinggi, pada siang hari bisa mencapai 37,35–40,50°C (Tabel 1).

Sistem irigasi saat ini yang digunakan di lokasi mitra masih sistem konvensional berupa irigasi sumur renteng, sumur pantek dan penyiraman yang bersifat manual. Sumur renteng merupakan bak-bak air yang disusun berurutan yang bertujuan untuk memangkas jarak sumber air dengan bedengan tanaman (Gambar 3.a), air di dalam bak diambil menggunakan gembor lalu disiramkan ke tanaman (Gambar 3.b). Kelemahan sistem ini adalah membutuhkan waktu yang lama dan tenaga kerja tinggi. Sumur pantek merupakan sistem irigasi sumur bor dengan menggunakan pompa/diesel untuk mengambil air dari dalam tanah (Gambar 4.a). Air dialirkan menggunakan pipa/selang secara manual menuju ke tanaman (Gambar 4. b).



Gambar 3. a. Irigasi Sumur Renteng di Lokasi Mitra (b). Penyiraman dengan Gembor



Gambar 4. a. Irigasi Sumur Pantek di Lokasi Mitra **(b).** Penyiraman dengan Selang Secara Manual

Karakteristik tanah di lahan pasir pantai kurang mendukung untuk budidaya tanaman. Berdasarkan analisis sifat fisika tanah, diketahui bahwa tanah pasir pantai memiliki kadar air 0,45%; pH H₂O 7,12; total organik karbon 0,18%; rasio C/N 14,34; berat volume 1,85 g cm⁻³; berat jenis 2,9 g cm⁻³; permeabilitas tanah 1210 cm jam⁻¹; indeks stabilitas agregat tanah 0; tekstur tanah pasir dengan persentase fraksi pasir 92,23%; fraksi debu 6,81% dan klei (*clay*) 0,96% (Tabel 1).

Tabel 1. Karakteristik Tanah dan Lahan Pasir Pantai

Parameter	Satuan	Nilai	Harkat
pH H ₂ O (1:2,5)	-	7,12	Netral
Kadar air	%	0,45	
C-organik	%	0,18	Sangat rendah
Nitrogen total	%	0,015	Sangat rendah
Rasio C/N	-	14,34	
Berat volume	g/cm ³	1,85	
Berat jenis	g/cm ³	2,9	
Permeabilitas tanah	cm/jam	1.210	Sangat cepat
Indeks stabilitas agregat tanah		0	Tidak mantap
Tekstur:			
Pasir	%	92,23	Pasir
Debu	%	6,81	
Clay	%	0,96	
Suhu permukaan tanah:			
Pagi	°C	26,45 - 28,30	
Siang	°C	37,35 - 40,50	
Sore	°C	30,20 - 31,75	
Kecepatan angin:			
Pagi	m/detik	2,1 - 3,2	
Siang	m/detik	13 - 15	
Sore	m/detik	8,2 - 10,3	

Sistem automasi irigasi tetes di permukaan tanah (*surface drip irrigation*) yang diterapkan di lahan budidaya tanaman kacang tanah di lahan pasir pantai, menggunakan *soil moisture sensor* untuk membaca kadar air tanah. Kadar air tanah ini akan disesuaikan dengan kebutuhan air tanaman. Sebelum dipasang, *soil moisture sensor* dikalibrasi dan disesuaikan dengan karakteristik tanah pasir yang memiliki permeabilitas sangat cepat. *Soil moisture sensor* akan mengirimkan data ke arduino uno, dan selanjutnya arduino uno mengolah data dan perintah dari pembacaan soil sensor. Apabila kondisi tanah kering, menunjukkan bahwa kadar lengas air tanah rendah dan tanaman membutuhkan air. Pada layar LCD menampilkan nilai sensor >700. Data ini selanjutnya diproses sebagai luaran/output untuk dilanjutkan ke keran otomatis untuk membuka air dan mengalirkan air melalui selang/pipa menuju areal perakaran tanaman. Apabila lengas tanah dalam kondisi kapasitas lapangan (kondisi lembap), layar LCD menampilkan nilai sensor ≤420, selanjutnya diproses sebagai luaran yaitu memerintahkan keran otomatis untuk menutup. Sistem tersebut telah berjalan dengan baik dan menunjukkan hasil yang sesuai dengan kondisi di lapangan. Automasi telah diaplikasikan pada lahan pasir pantai di Dusun Sogesanden, Srigading Sanden, Bantul, Yogyakarta, dengan tanaman indikator kacang tanah. Automasi irigasi yang diaplikasikan menggunakan sensor Soil Moisture YL-69 (Gambar. 5). *Soil moisture sensor* akan melakukan pengukuran

kelembapan tanah di sekitar tanaman, jika tanah dalam kondisi kering, maka sensor akan mengirimkan data/sinyal. Data/sinyal yang tertangkap oleh *controller* berupa tampilan pada LCD dengan nilai >700 (Gambar. 6). *Controller* akan secara otomatis mengaktifkan/membuka keran air pada tandon (Gambar. 7). Air dalam tandon akan mengalir pada selang yang telah terpasang pada lahan (Gambar. 8). Informasi yang tertera pada *controller* terdiri dari nilai sensor, kondisi tanah (kering/basah) dan kondisi keran (on/off).



Gambar 5. Sensor Soil Moisture YL-69 untuk Mengukur Kelembapan Tanah



Gambar 6. *Controller* Automasi Irigasi, Tampilan LCD berisi Informasi Nilai Sensor, Kondisi Tanah (Kering/Basah) dan Kondisi Keran (On/Off)



Gambar 7. Rangkaian *Controller* dan Tandon Air yang Akan Secara Otomatis Mengaktifkan/Membuka Keran Air pada Tandon



Gambar 8. Rangkaian Pipa dan Selang Automasi Irigasi Tetes pada Lahan Pasir Pantai

Monitoring dan evaluasi dilakukan untuk mengontrol kinerja alat automasi irigasi. Pengontrolan kinerja alat dilakukan setiap hari dengan melihat pada *controller*. Hasil monitoring pada **Tabel 2** menunjukkan bahwa alat automasi bekerja dengan baik (100%) baik pada sensor kelembapan tanah, *controller* automasi irigasi dan automasi keran tandon. Belum ditemukan permasalahan terkait kinerja alat automasi irigasi.

Tabel 2. Monitoring dan Evaluasi Pengoperasian Automasi Irigasi Tetes

Alat Automasi	Fungsi Alat	Persentase
Sensor kelembapan tanah	Berfungsi dengan baik	100%
<i>Controller</i> automasi irigasi	Berfungsi dengan baik	100%
Automasi keran tandon	Berfungsi dengan baik	100%

Monitoring juga dilakukan terhadap pertumbuhan tanaman kacang tanah. Berdasarkan hasil pengamatan pada 14 hari setelah tanam, kacang tanah memiliki pertumbuhan yang baik. Kacang tanah tumbuh dengan subur (**Gambar 9**) dan tidak ditemukan tanaman kacang tanah yang mengalami pertumbuhan terhambat karena kekurangan air.



Gambar 9. Penampakan Agronomis Kacang Tanah dengan aplikasi Automasi Irigasi Tetes di Lahan Pasir Pantai

Pembahasan

Lahan pasir pantai merupakan lahan sub-optimal yang memiliki kendala utama sifat fisik tanahnya. Beberapa kendala tersebut yaitu tekstur tanah pasir, sehingga mengakibatkan kemampuan menahan air (*water holding capacity*) rendah dan porositas tanah tinggi ditunjukkan dengan nilai permeabilitas tanah yang sangat cepat. Selain itu indeks kemantapan agregat tanah menunjukkan nilai 0 yang berarti bahwa tanah pasir memiliki agregat tidak mantap. Karakteristik tanah pasir pantai tersebut secara langsung berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman budidaya. Kemampuan menahan air yang rendah menyebabkan air irigasi yang diberikan akan mengalami perkolasi dan hilang menjauh dari perakaran. Selain hilang melalui perkolasi, air irigasi juga akan mudah mengalami penguapan karena pada lahan pasir pantai memiliki suhu tanah permukaan yang tinggi dan angin yang bertiup kencang (**Tabel 1**).

Kondisi ini akan merugikan petani karena penyiraman menjadi tidak efisien, terjadi inefisiensi irigasi karena air mengalami penguapan dan perkolasi yang tinggi. Beberapa penelitian yang telah dilakukan di lokasi yang sama, menunjukkan bahwa penambahan mikoriza, pupuk kandang, dan *clay* dapat meningkatkan kelembapan tanah dan mengurangi kecepatan permeabilitas tanah, kombinasi biochar, *clay*, dan mikoriza mampu meningkatkan kemampuan menahan air dan kemandapan agregat tanah pada tanah pasir, dan juga penambahan mikoriza, pembenah tanah, dan batuan fosfat mampu memperbaiki ketersediaan unsur hara di tanah pasir (Herawati, Syamsiyah, et al., 2021; Herawati, Syamsiyah, J., et al., 2021). Penelitian tersebut dilakukan sebagai upaya untuk memperbaiki karakteristik lahan pasir pantai yang kurang menguntungkan. Implementasi teknologi automasi irigasi tetes merupakan salah satu rangkaian upaya untuk mengoptimalkan lahan pasir pantai khususnya untuk efisiensi kebutuhan irigasi (Arifin et al., 2021; Herawati, Mujiyo, et al., 2021).

Berdasarkan data, diperoleh bahwa rangkaian automasi irigasi tetes telah dirakit dengan tepat. Komponen-komponen rangkaian bekerja sesuai dengan fungsinya. Hal ini dapat dilihat pada saat kondisi tanah kering, pada layar LCD *controller* menunjukkan nilai kelembapan tanah >700. *Controller* akan mengolah data dan perintah dari pembacaan sensor Soil Moisture YL-69 yang berupa nilai kelembapan tanah >700 dan memerintahkan keran otomatis pada tandon air untuk membuka. Air akan mengalir melalui pipa/selang irigasi menuju perakaran tanaman kacang tanah. Pada saat kondisi tanah sudah mencapai kapasitas lapangan, maka sensor Soil Moisture YL-69 akan membaca bahwa tanah dalam kondisi lembap dan cukup air. Sensor ini akan mengirim data kepada *controller* yang dapat dibaca pada tampilan LCD, yang menunjukkan bahwa nilai kelembapan tanah ≤ 420 . *Controller* selanjutnya mengirimkan perintah kepada keran otomatis untuk menutup keran air. Proses ini berlangsung secara kontinyu dan bekerja sesuai dengan perintah yang diberikan oleh sensor Soil Moisture YL-69. Penggunaan *soil moisture sensor* juga dilakukan oleh peneliti serupa yang menggunakan sensor FDR untuk mengukur kadar air tanah volumetrik lapangan. Node sensor diimplementasikan dengan Arduino Mega berbasis mikrokontroler ATmega 328 (Domínguez-Niño et al., 2020; Lozoya et al., 2016). Sensor ditempatkan di sekitar perakaran tanaman dan memiliki kisaran kadar air volumetrik 0 - 50% dengan resolusi 0,1. Penelitian serupa melalui risetnya dengan membandingkan sistem irigasi otomatis dan penjadwalan manual dengan perhitungan neraca air klasik dan dengan evapotranspirasi (ET) aktual lysimeter, hasil menunjukkan bahwa irigasi otomatis sesuai dengan ET yang ditentukan oleh lysimeter (Domínguez-Niño et al., 2020; Lozoya et al., 2016). Hal ini menunjukkan bahwa irigasi yang berdasarkan pada neraca air dapat dilengkapi dengan sensor kelembapan tanah dan hasilnya menunjukkan akurat.

Monitoring kelembapan tanah melibatkan pengukuran potensial air tanah atau kadar lengas tanah telah umum digunakan dalam irigasi yang terjadwal. Monitoring kelembapan tanah di perakaran tanaman sangat penting karena mampu mengetahui dinamika lengas tanah (pF) dan sangat terkait dengan kebutuhan volume irigasi serta serapan air oleh tanaman (Bwambale et al., 2022; Marcos & Muzaki, 2022). Berdasarkan monitoring dan evaluasi yang dilakukan, menunjukkan bahwa kinerja alat sangat baik. Fungsi sensor kelembapan tanah yang ditanam di tanah berfungsi baik sebagai alat pendeteksi nilai kelembapan tanah. Terbukti pada *controller* terdapat tampilan kondisi lengas tanah dan perintah untuk membuka atau menutup keran otomatis. Fungsi *controller* juga berfungsi dengan baik, dibuktikan dengan pada saat sensor tanah mengirim pesan berupa kondisi kelembapan tanah, *controller* akan menampilkan pada LCD dan memberikan perintah kepada keran air untuk membuka pada saat tanah kering dan menutup pada saat tanah basah. Automasi keran tandon air juga berfungsi dengan baik, dibuktikan dengan mengalirnya air dari tandon secara otomatis menuju perakaran tanaman kacang tanah. Hal ini sesuai dengan penelitian yang menyatakan bahwa semakin besar jumlah pemberian air maka nilai kelembapan tanah semakin meningkat, ditandai dengan tampilan yang terlihat di LCD sesuai *range* yang telah ditentukan (Ekaputra et al., 2016; B. I. Setiawan & Saptomo, 2014).

Pemberian air irigasi melalui automasi irigasi tetes mampu meningkatkan efisiensi dan efektivitas penyiraman. Efisiensi berupa penghematan tenaga kerja dan waktu penyiraman, yang semula penyiraman dilakukan secara manual dengan tenaga manusia dan dilakukan dalam waktu yang cukup lama, digantikan dengan teknologi automasi. Dalam luasan lahan 1000 m², dengan penyiraman manual membutuhkan tenaga kerja 2 orang dengan waktu pengerjaan 3 jam. Sedangkan setelah menggunakan teknologi automasi irigasi tetes menunjukkan bahwa dalam luasan 1000 m² hanya dibutuhkan waktu 2 jam tanpa menggunakan tenaga kerja siram. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat efisiensi tenaga kerja mencapai 100%. Efektivitas juga ditunjukkan dengan jumlah air yang diberikan ke tanah dalam jumlah cukup sesuai dengan kebutuhan air tanaman. Hal ini karena sensor mengatur debit air yang dikeluarkan untuk menyiram tanaman sampai dalam kondisi tanah mencapai kapasitas lapangan. Sesuai hasil penelitian Ardiansah, Putri, Wibawa, & Rahmah, (2019) bahwa sensor kelembapan tanah pada sistem otomasi irigasi tetes memiliki nilai korelasi kelembapan tanah 99,7%, nilai efisiensi keseragaman irigasi 96,01%, dan nilai keseragaman distribusi 94,85%. Penelitian lain juga menyebutkan bahwa diperoleh

100% efisiensi pemakaian air irigasi tetes dengan sistem otomatis, penelitian serupa juga menambahkan bahwa penggunaan automasi irigasi mampu meningkatkan efisiensi irigasi yang tinggi dan irigasi yang presisi sehingga mampu mengurangi kebutuhan air tanaman (da Silva et al., 2020; Sahira et al., 2017). Aplikasi sistem automasi irigasi (*smart irrigation system*) mampu meningkatkan hasil panen dengan penggunaan air irigasi yang lebih sedikit (Liao et al., 2021; Yasa et al., 2022).

4. SIMPULAN

Perakitan dan implementasi teknologi automasi irigasi tetes telah berhasil diaplikasikan pada lahan pasir pantai di Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta dengan tanaman indikator kacang tanah. Sistem automasi irigasi berfungsi dengan baik. Sensor kelembapan tanah bekerja sesuai dengan fungsinya yaitu membaca kondisi lengas tanah dan mengirimkan data ke *controller*. Layar pada LCD akan menampilkan nilai kondisi lengas >700 jika tanah dalam kondisi kering dan ≤ 420 jika tanah dalam kondisi basah. Apabila kondisi lengas terbaca >700, data selanjutnya akan diproses oleh *controller* dan kemudian memerintahkan keran otomatis untuk membuka sehingga air dari tandon akan mengalir melalui selang menuju perakaran tanaman. Begitu juga sebaliknya, apabila kondisi lengas yang terbaca ≤ 420 akan diproses oleh *controller* untuk memerintahkan keran otomatis untuk menutup sehingga aliran air berhenti. Implementasi teknologi automasi irigasi tetes di lahan pasir pantai menunjukkan efisiensi penggunaan tenaga kerja siram mencapai 100%. Pertumbuhan kacang tanah terlihat optimal. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengkaji lebih detail tentang efisiensi dan efektivitas penggunaan teknologi automasi irigasi ini.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, yang telah mendukung melalui pendanaan pelaksanaan kegiatan pengabdian dan publikasi naskah Skim Program Kemitraan Masyarakat (PKM-UNS) Nomor: 261/UN27.22/HK.07.00/2021.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Alnaim, M. A., Mohamed, M. S., Mohammed, M., & Munir, M. (2022). Effects of Automated Irrigation Systems and Water Regimes on Soil Properties, Water Productivity, Yield and Fruit Quality of Date Palm. *Agriculture (Switzerland)*, 12(3), 1–21. <https://doi.org/10.3390/agriculture12030343>.
- Amaliah, W., Syukur, M., & Suhardiyanto, H. (2018). Pengaruh pendinginan daerah perakaran terhadap produksi cabai (*Capsicum annum* L.) di dalam rumah tanaman kawasan tropika. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 9(2), 139–147. <https://doi.org/10.29244/jhi.9.2.139-147>.
- Ardiansah, I., Putri, S. H., Wibawa, A. Y., & Rahmah, D. M. (2018). Optimalisasi Ketersediaan Air Tanaman dengan Sistem Otomasi Irigasi Tetes Berbasis Arduino Uno dan Nilai Kelembaban Tanah. *Ultimatics: Jurnal Teknik Informatika*, 10(2), 78–84. <https://doi.org/10.31937/ti.v10i2.955>.
- Ardiansah, I., Putri, S. H., Wibawa, A. Y., & Rahmah, D. M. (2019). Optimalisasi Ketersediaan Air Tanaman dengan Sistem Otomasi Irigasi Tetes Berbasis Arduino Uno dan Nilai Kelembaban Tanah. *Ultimatics*, 10(2), 78–84. <https://doi.org/10.31937/ti.v10i2.955>.
- Arifin, I., Herawati, A., Mujiyo, S., & Widijanto, H. (2021). Semar Sandy-app: monitoring system for sandy soil irrigation based on android application. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 637(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/637/1/012002>.
- Badr, A. E., & Abuarab, M. E. (2013). Soil moisture distribution patterns under surface and subsurface drip irrigation systems in sandy soil using neutron scattering technique. *Irrigation Science*, 31(3), 317–332. <https://doi.org/10.1007/s00271-011-0306-0>.
- Bajpai, A., & Kaushal, A. (2020). Soil moisture distribution under trickle irrigation: a review. *Water Supply*, 20(3), 761–772. <https://doi.org/10.2166/ws.2020.005>.
- Bwambale, E., Abagale, F. K., & Anornu, G. K. (2022). Smart irrigation monitoring and control strategies for improving water use efficiency in precision agriculture: A review. *Agricultural Water Management*, 260. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107324>.
- da Silva, A. O., da Silva, B. A., Souza, C. F., de Azevedo, B. M., Bassoi, L. H., Vasconcelos, D. V., do Bonfim, G. V., Juarez, J. M., Felipe dos, A., & Carneiro, F. M. (2020). Irrigation in the age of agriculture 4.0: management, monitoring and precision. *Revista Ciencia Agronomica*, 51(5), 1–17. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200090>.
- Daccache, A., Knox, J. W., Weatherhead, E. K., Daneshkhah, A., & Hess, T. M. (2014). Implementing precision

- irrigation in a humid climate - Recent experiences and on-going challenges. *Agricultural Water Management*, 147, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.05.018>.
- Domínguez-Niño, J. M., Oliver-Manera, J., Girona, J., & Casadesús, J. (2020). Differential irrigation scheduling by an automated algorithm of water balance tuned by capacitance-type soil moisture sensors. *Agricultural Water Management*, 228(October 2019), 105880. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105880>.
- Efendi, A., Harisuseno, D., & Prayogo, T. B. (2019). Peningkatan intensitas tanam padi melalui pemanfaatan debit surplus sungai, penerapan sumur renteng, dan sistem giliran. *Jurnal Irigasi*, 14(1), 1–16. <https://doi.org/10.31028/ji.v14.i1.1-16>.
- Ekaputra, E. G., Yanti, D., Saputra, D., & Irsyad, F. (2016). Rancang bangun sistem irigasi tetes untuk budidaya cabai (*Capsicum annum* L.) dalam greenhouse di Nagari Biaro, Kecamatan Ampek Angkek, Kabupaten Agam, Sumatera Barat. *Jurnal Irigasi*, 11(2), 103–112. <https://doi.org/10.31028/ji.v11.i2.103-112>.
- Fakhrah, F., Unaida, R., Faradhillah, F., Usrati, K., & Wati, M. (2022). Analisis Efektivitas Penyaluran Air Melalui Penerapan Irigasi Tetes (Drip Irigation) Pada Tanaman Cabai Di Lahan Kering. *Jurnal Agrium*, 19(3), 240–247. <https://doi.org/10.29103/agrium.v19i3.8749>.
- Hasibuan, A. S. Z. (2015). Pemanfaatan bahan organik dalam perbaikan beberapa sifat tanah pasir pantai selatan Kulon Progo. *Planta Tropika*, 3(1), 31–40. <https://doi.org/10.18196/pt.2015.037.31-40>.
- Herawati, A., Mujiyo, Syamsiyah, J., Baldan, S. K., & Arifin, I. (2021). Application of soil amendments as a strategy for water holding capacity in sandy soils. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 724(1), 0–9. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/724/1/012014>.
- Herawati, A., Syamsiyah, J., Baldan, S. K., & Arifin, I. (2021). Application of soil amendments as a strategy for water holding capacity in sandy soils. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 724(1), 0–9. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/724/1/012014>.
- Herawati, A., Syamsiyah, J., Mujiyo, M., Rochmadtulloh, M., Susila, A. A., & Romadhon, M. R. (2021). Mycorrhizae and a soil ameliorant on improving the characteristics of sandy soil. *Sains Tanah*, 12(2), 73–80. <https://doi.org/10.20961/STJSSA.V18I1.43697>.
- Imanina, A. N., Fifiyanti, D., & Taufik, M. L. (2023). Identifikasi Destinasi Pariwisata di Kecamatan Srandakan, DPD Segoro Kidul, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Manajemen Perhotelan Dan Pariwisata*, 6(1), 91–99. <https://doi.org/10.23887/jmpp.v6i1.58146>.
- Liao, R., Zhang, S., Zhang, X., Wang, M., Wu, H., & Zhangzhong, L. (2021). Development of smart irrigation systems based on real-time soil moisture data in a greenhouse: Proof of concept. *Agricultural Water Management*, 245(September 2020), 106632. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106632>.
- Liu, Y., Hu, X., Zhang, Q., & Zheng, M. (2017). Improving agricultural water use efficiency: A quantitative study of Zhangye City using the static CGE model with a ces water-land resources account. *Sustainability (Switzerland)*, 9(308), 2–15. <https://doi.org/10.3390/su9020308>.
- Lozoya, C., Mendoza, C., Aguilar, A., Román, A., & Castelló, R. (2016). Sensor-Based Model Driven Control Strategy for Precision Irrigation. *Journal of Sensors*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/9784071>.
- Marcos, H., & Muzaki, H. (2022). Monitoring Suhu Udara Dan Kelembaban Tanah Pada Budidaya Tanaman Pepaya. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 3(2). <https://doi.org/10.33365/jtst.v3i2.2200>.
- Martínez, J., & Reca, J. (2014). Water use efficiency of surface drip irrigation versus an alternative subsurface drip irrigation method. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 140(10), 1–9. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IR.1943-4774.0000745](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0000745).
- Muharomah, R., Setiawan, B. I., & Purwanto, M. Y. J. (2017). Konsumsi dan kebutuhan air selada pada teknik hidroponik sistem terapung. *Jurnal Irigasi*, 12(1), 47–54. <https://doi.org/10.31028/ji.v12.i1.47-54>.
- Nugroho, H. A. (2018). Rancang Bangun Sistem Pengukur Suhu Dan Kelembaban Tanah Berbasis Komunikasi Radio. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 7(1), 145–156. <https://doi.org/10.23887/jst-undiksha.v7i1.10691>.
- Prathama, M., Susila, A. D., & Santosa, E. (2023). Respons Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah terhadap Kepadatan Populasi dan Jumlah Selang Fertigasi Menggunakan Irigasi Tetes. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 14(2), 78–86. <https://doi.org/10.29244/jhi.14.2.78-86>.
- Sahira, N., Devianti, & Mustafiril. (2017). Uji Kinerja Sistem Irigasi Tetes Otomatis pada Media Tanam Tanah Salin terhadap Tanaman Baby Kailan (*Brassica oleraceae* var *achepala*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 2(3), 257–265. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v2i3.3707>.
- Setiawan, B. I., & Saptomo, S. K. (2014). Sistem kontrol irigasi otomatis nirkabel. *Jurnal Irigasi*, 9(2), 108–114. <https://doi.org/10.31028/ji.v9.i2.108-114>.

- Setiawan, C., Suratman, S., & Marfa, M. A. (2016). Kondisi Sumur dan Pemodelan Arah Aliran Airtanah Bebas Pada Bentuklahan Fluviomarin di Jakarta. *Jurnal SPATIAL Wahana Komunikasi Dan Informasi Geografi*, 16(2), 1–9. <https://doi.org/10.21009/spatial.162.01>
- Singh, D. V. K., Kushwaha, D. S., Taram, M., & Taram, A. (2015). A framework for technologically advanced smart agriculture scenario in India based on internet of things model. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 27(4), 183–185. <https://doi.org/10.14445/22315381/ijett-v27p234>
- Tohari, P. A. I., Suadi, S., & Subejo, S. (2020). Persepsi pembudidaya udang dalam pengembangan usaha tambak berkelanjutan di Pantai Selatan Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 22(1), 55–61. <https://doi.org/10.22146/jfs.36520>
- Wahsyati, A., Wahidin, W., Taufiq, M., Imron, I., & Feriska, Y. (2021). Rehabilitasi Bendung Danawarih sebagai Daerah Pelayanan Irigasi Pengairan Wilayah Kecamatan Lebaksiu Kabupaten Tegal. *Infratech Building Journal*, 2(2), 20–28. <https://doi.org/10.46772/ibj.v2i2.1362>
- Yasa, I. W., Saadi, Y., Salehudin, S., Hartana, H., & Setiawan, E. (2022). Pembuatan Jaringan Pipa Irigasi Tetes di Desa Mertak Tombok Kecamatan Praya Kabupaten Lombok Tengah. *Jurnal Pepadu*, 3(2), 281–286. <https://doi.org/10.29303/jurnalpepadu.v3i2.522>
- Zhang, Y., Zhen, Q., Cui, Y., Zhang, P., & Zhang, X. (2020). Use of montmorillonite-enriched siltstone for improving water condition and plant growth in sandy soil. *Ecological Engineering*, 145(26), 105740. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.105740>