

Analisis Konsep Fisika pada Sistem Penyiram Otomatis untuk Budidaya Tanaman Hortikultura

Dalilah Jihan Nuraini^{1*}, Gina Ayu Windari², Sudarti³, Kendid Mahmudi⁴

^{1,2,3,4}Pendidikan Fisika, Universitas Jember, Indonesia

*e-mail: della.j.nuraini@gmail.com

Received: 10-05-2025

Accepted: 26-05-2025

Published: 31-05-2025

ABSTRACT

This study aims to explore the role of physics concepts in automatic irrigation systems utilizing the Internet of Things (IoT) in horticultural crop cultivation. The system is designed to enhance water management efficiency and reduce reliance on manual labor by employing soil moisture sensors, microcontrollers (such as NodeMCU and Arduino), and remote monitoring technologies through applications like Blynk. The application of physics principles such as Pascal's Law, Bernoulli's Principle, the Continuity Equation, and fluid dynamics plays a vital role in optimizing water distribution and regulating pressure and flow velocity within the irrigation system. Pascal's Law ensures that water pressure is evenly distributed in the closed system, while Bernoulli's Principle helps control flow velocity to prevent damage to the planting medium. In addition, energy conversion aspects are addressed through the use of solar panels as an alternative energy source, enabling the system to operate autonomously and sustainably. By harnessing solar energy to power the water pump and control systems, the system becomes not only technically efficient but also aligned with sustainable agriculture principles. Literature reviews indicate that IoT-based automatic irrigation systems can increase productivity, maintain soil moisture stability, and significantly reduce water wastage. Thus, the application of physics concepts in such irrigation systems makes a concrete contribution to supporting food security and the advancement of smart agriculture in Indonesia.

Keywords: *automatic irrigation, Internet of Things (IoT), horticulture, energy efficiency*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi fungsi dari konsep-konsep fisika dalam sistem penyiraman otomatis yang menggunakan Internet of Things (IoT) dalam budidaya tanaman hortikultura. Sistem ini diciptakan untuk meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan air dan mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual dengan memanfaatkan sensor kelembapan tanah, mikrokontroler (seperti NodeMCU dan Arduino), serta teknologi pemantauan jarak jauh melalui aplikasi seperti Blynk. Penerapan prinsip-prinsip fisika seperti hukum Pascal, hukum Bernoulli, hukum kontinuitas, dan dinamika fluida memiliki peran penting dalam mengatur distribusi air dengan cara yang optimal, mengontrol tekanan dan kecepatan aliran di dalam sistem irigasi. Hukum Pascal berfungsi untuk memastikan tekanan air terdistribusi dengan merata dalam sistem tertutup, sedangkan hukum Bernoulli berfungsi untuk mengatur kecepatan aliran agar penyiraman tidak merusak media tanam. Di samping itu, aspek konversi energi juga diperhatikan melalui pemanfaatan panel surya sebagai sumber energi alternatif, yang memungkinkan sistem beroperasi secara mandiri dan berkelanjutan. Dengan memanfaatkan energi matahari untuk mengoperasikan pompa air dan sistem kontrol, sistem ini tidak hanya efisien dalam aspek teknis, tetapi juga mendukung prinsip keberlanjutan dalam pertanian modern. Tinjauan pustaka menunjukkan bahwa sistem irigasi otomatis yang berbasis IoT dapat meningkatkan produktivitas, menjaga kestabilan kelembapan tanah, dan secara signifikan mengurangi pemborosan air. Dengan demikian, penerapan konsep-konsep fisika dalam sistem irigasi ini berkontribusi nyata dalam mendukung ketahanan pangan dan pengembangan pertanian cerdas di Indonesia.

Keywords: *irigasi otomatis, Internet of Things (IoT), hortikultura, efisiensi energi*

I. PENDAHULUAN

Pertanian merupakan salah satu vektor yang sangat penting dalam mencukupi kebutuhan pangan manusia (Maulana et al., 2023). Hal ini terjadi karena pertumbuhan masyarakat yang semakin cepat dan donus demograsi yang semakin meningkat, suatu tantangan untuk mencukupi kebutuhan pangan masyarakat semakin kompleks dan sulit teratasi. Untuk itu dalam upaya mencukupi kebutuhan pangan perlu diperhatikan efesiensi dalam pengelolaan dan pemeliharaan tanaman. Salah satu upaya penting dalam efesiensi pengelolaan dan pemeliharaan tanaman yaitu dengan adanya penyiraman yang tepat. Namun dalam penerapannya pada bidang pertanian, penyiraman manual masih sering dan bahkan hampir semua petani masih menggunakannya. Penerapan teknologi tepat guna adalah suatu solusi yang sangat efisien dan inofatif dalam mendukung pertanian moderen dan berkelanjutan (Yuliana et al. 2024). Untuk itu perlu adanya mekanism yang tepat dalam proses pembuatannya. Salah satu ilmu nya adalah ilmu Mekanika. Mekanika adalah suatu cabang ilmu fisika yang mempelajari suatu gerak dan gaya yang berkerja pada benda tersebut. Mekanika memegang peranan penting dalam berbagai bidang teknik, seperti permesinan. Dengan memahami mekanika, maka dapat merancang dan mengevaluasi sistem yang kompleks untuk menjamin efisiensi dan keamanan di berbagai sektor, termasuk dalam sektor teknologi dan pertanian.

Alat penyiram otomatis berkerja dengan memanfaatkan teknologi sensor dan otomasi untuk mengatur penyiraman tanaman sesuai dengan kebutuhan, memastikan pertumbuhan tanaman yang sehat, dan mengoptimalkan penggunaan air. Alat penyiram otomatis dengan menerapkan sensor berbasis kelembapan tanah ini merupakan suatu inovasi yang dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas pertanian sehingga pertanian dapat berjalan secara efektif dan efesien.

Indonesia saat ini menghadapi suatu tantangan efesiensi air dan konsumsi tenaga kerja. Solusi yang tepat untuk menghadapi kondisi tersebut adalah dengan menerapkan sistim irigasi otomatis berbasis IoT atau Internet of Things. Sistem berbasis Internet of Things ini memungkinkan petani untuk memenejemen irigasi secara real time atau instan dengan mengatur irigasi tanaman secara otomatis menggunakan mikrokontroler dan sensor kelembapan tanah. Sistem irigasi otomatis ini berkerja dengan menerapkan prinsip-prinsip

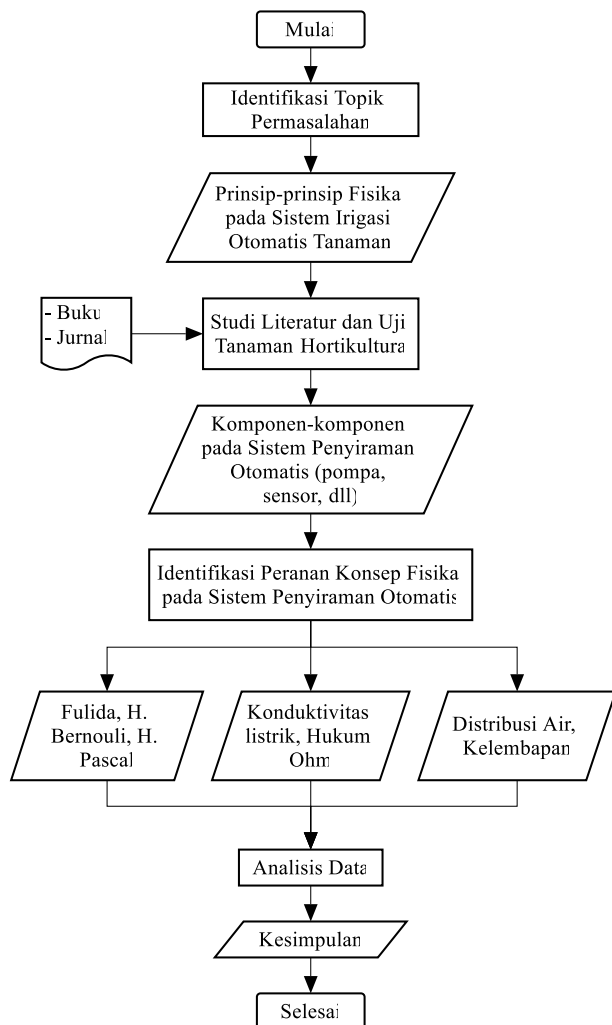
mekanika fluida fisik di mana aliran air dikontrol oleh tekanan dan hambatan pipa. Selain menggunakan Mekanika Fluida, juga menggunakan konsep fisika seperti hukum Bernoulli dan hukum kontinuitas. Dua hukum ini sangat penting karena disusun untuk merancang sistem irigasi yang efisien. Selain itu, integrasi teknologi digital memungkinkannya untuk memantau dan mengendalikan sistem, dan efektivitas konsumsi air di bidang pertanian, serta meningkatkan efisiensi dalam proses pertanian (Anggraeni. 2024).

Beberapa penelitian saat ini telah menunjukkan bahwa penggunaan sistem irigasi otomatis berbasis IoT dapat meningkatkan efisiensi konsumsi air dan mengurangi pemborosan sumber daya. Sebagai contoh, penelitian oleh Wahyudi dkk. (2023) mengembangkan sistem irigasi otomatis berbasis ESP32 yang dapat mengurangi konsumsi air dibandingkan dengan metode konvensional. Penelitian lain oleh Mursalin dkk. (2020) menerapkan logika fuzzy pada sistem irigasi otomatis untuk meningkatkan akurasi irigasi berdasarkan kelembapan tanah. Selanjutnya, penelitian oleh Walid dkk. (2022) mengembangkan sistem irigasi pertanian berbasis IoT yang memungkinkan pengendalian jarak jauh melalui aplikasi seluler. Sistem ini dilengkapi dengan antarmuka yang sederhana untuk memfasilitasi informasi dan akses ke sistem irigasi yang efisien. Oleh karena itu, analisis konsep fisika pada sistem irigasi otomatis sangat penting untuk memahami mekanisme aliran air dan optimalisasi penggunaan sumber daya dalam budidaya kebun. Penggunaan teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan efektivitas sistem irigasi, tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan pertanian dan konservasi sumber daya.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dan analisis konseptual mengenai prinsip-prinsip fisika yang bekerja pada sistem sprinkler otomatis pada budidaya tanaman hortikultura. Informasi diperoleh dari berbagai referensi seperti goggle scholar, buku-buku fisika, jurnal, dan artikel teknologi pertanian yang membahas tentang komponen-komponen sistem penyiram otomatis, antara lain pompa air, dan sensor kelembapan. Setiap elemen dalam sistem dianalisis berdasarkan prinsip-prinsip fisika yang mendasari cara kerjanya, seperti tekanan fluida, hukum Bernoulli, hukum Pascal, konduktivitas listrik, dan hukum Ohm. Analisis ini

bertujuan untuk menjelaskan bagaimana konsep-konsep tersebut mendukung kinerja sistem dalam mendistribusikan air, mendeteksi tingkat kelembapan tanah, dan mengatur kerja sistem secara otomatis. Temuan dari analisis ini digunakan untuk menarik kesimpulan tentang peran konsep fisika dalam meningkatkan efektivitas sistem penyiram otomatis, terutama dalam mendukung keberlanjutan budidaya tanaman hortikultura. Pendekatan penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Sistem Pengairan Penyiram otomatis

Penggunaan air yang efisien adalah salah satu masalah manajemen sumber daya terbesar di pertanian modern. Selain membuang -buang air yang berharga, tanaman yang dibesar -besarkan oleh air yang berlebih atau banjir dapat berdampak

negatif pada produktivitas pertanian. Untuk membuat konsumsi air lebih efisien, kita harus berpikir tentang sistem irigasi tanaman secara inovatif. Pertanian modern menghadapi banyak tantangan, termasuk perubahan iklim ekstrem, sumber daya yang terbatas seperti air, sumber daya seperti, dan kebutuhan untuk meningkatkan produktivitas untuk meningkatkan produktivitas (Nanda et al.,2024). Internet of Things (IoT) mengacu pada gagasan bahwa objek dapat mengirimkan data melalui jaringan tanpa perlu interaksi manusia atau orang dengan komputer. Untuk memasukkan konsep ini dalam sistem, salah satu pendekatan potensial adalah dengan menggunakan sensor kelembapan pada float yang bekerja dengan teknologi IoT. Irigasi otomatis. Sensor Kelembapan tanah memungkinkan kadar air yang akurat diukur secara real time. Jika sensor -sensor ini diintegrasikan ke dalam Internet of Things, system dapat secara otomatis menyesuaikan jumlah dan jadwal irigasi sebagai perubahan untuk menjawab. Integrasi teknologi ini diharapkan secara signifikan meningkatkan penggunaan udara di bidang pertanian secara signifikan.

Perkembangan teknologi yang semakin pesat membawa dampak positif pada beberapa aspek pertanian, yaitu memberikan inovasi solutif dalam mengatasi keterbatasan sistem irigasi nasional. Dengan menerapkan prinsip prinsip mekanika fluida, mekanika, bernoulli, archimedes, sistem irigasi pertanian dapat berfungsi lebih efektif dan efisien. Salah satu contoh dalam irigasi otomatis ini adalah penggunaan pompa udara berbasis prinsip Bernoulli yang mampu meningkatkan distribusi air ke wilayah yang lebih luas (Athoriq et al., 2022). Selain sistem bernoulli, Sistem kontrol suhu otomatis dan sensor level air juga membantu mengoptimalkan konsumsi air berdasarkan beberapa sistem yang bekerja, mengurangi resiko kekeringan serta mengembangkan sistem irigasi pertanian yang lebih efektif, efisien dan modern (Anggraeni.2024)

Sistem irigasi otomatis untuk pertanian hortikultura adalah penggunaan teknologi yang menggabungkan prinsip-prinsip fisika guna meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengaturan air. Prinsip fisika yang mendasari sistem ini meliputi tekanan cairan, aliran dinamis, dan perubahan energi, yang semuanya memiliki peran kunci dalam menjamin distribusi air secara optimal sesuai dengan kebutuhan tanaman. Prinsip dasar dari tekanan fluida, sesuai dengan Hukum Pascal, mengatakan bahwa tekanan yang diberikan pada fluida dalam wadah tertutup akan disebarkan ke semua arah

dengan intensitas yang seragam. Konsep ini diterapkan dalam sistem pemeliharaan tanaman untuk memastikan bahwa air dapat menjangkau setiap bagian tanaman secara merata melalui pipa dan nozzle yang dibuat sesuai dengan kebutuhan. Di samping itu, Hukum Bernoulli, yang menjelaskan hubungan antara tekanan, kecepatan, dan ketinggian dari fluida, dimanfaatkan untuk mengontrol kecepatan aliran air, sehingga proses penyiraman dapat dilakukan dengan tekanan yang tepat tanpa merusak tanah atau tanaman (Uswatun et al., 2023). Dinamika aliran air juga merupakan faktor krusial, di mana laju aliran ($Q = A \times v$) digunakan untuk menentukan jumlah air yang diperlukan berdasarkan luas penampang pipa (A) dan kecepatan aliran (v). Dengan cara ini, sistem dapat disesuaikan untuk memberikan air kepada tanaman dalam jumlah yang sesuai dengan kebutuhan unik tanaman hortikultura.

Dalam konteks pengubahan energi, penerapan panel surya pada sistem penyiraman otomatis memungkinkan penggunaan sumber energi terbarukan untuk menggerakkan pompa air dan sensor. Hal ini mengurangi ketergantungan pada sumber energi tradisional dan mendukung keberlangsungan lingkungan. Salah satu ilustrasi penerapan prinsip-prinsip fisika dapat ditemui dalam studi yang dilakukan oleh (Prayoga dan Pawana 2025), yang menciptakan sistem otomatis untuk penyiraman dan pemupukan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang dilengkapi dengan sensor kelembapan tanah dan suhu. Sistem ini diciptakan untuk menyiram tanaman secara otomatis sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan, dan dapat dioperasikan serta dipantau melalui aplikasi Blynk pada ponsel cerdas. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa sistem ini dapat menyiram tanaman dengan laju aliran air sebesar 220 mililiter per menit, serta meningkatkan efektivitas dalam merawat tanaman jika dibandingkan dengan metode tradisional.

Selain itu, studi oleh (Nurrahmi et al., 2023) mengembangkan sistem penyiraman otomatis untuk rumah kaca tanaman anggrek menggunakan sensor DHT22. Sistem ini memanfaatkan mikrokontroler Arduino Uno untuk menjaga agar suhu dan kelembapan di sekitar tanaman anggrek tetap pada tingkat yang diperlukan untuk pertumbuhannya. Alat ini akan secara otomatis melakukan penyiraman pada pukul 09:00 WITA dan akan menyiram kembali jika kelembapan udara yang terdeteksi oleh sensor DHT22 berada di bawah 70%. Selain itu, jika suhu udara yang terdeteksi oleh sensor DHT22 melebihi 30°C, maka motor kipas akan diaktifkan

untuk menurunkan suhu di sekitar tanaman anggrek. Oleh karena itu, penerapan dasar-dasar fisika dalam sistem irigasi otomatis tidak hanya memperbaiki efisiensi pemanfaatan air dan energi, namun juga mendukung pertumbuhan tanaman yang maksimal dan berkelanjutan dalam kegiatan budidaya sayuran.

Pompa air dalam pertanian hortikultura berfungsi untuk mengalirkan air dari sumber ke daerah pertanian dan mendukung pertumbuhan tanaman dengan pasokan air yang tepat. Prinsip-prinsip praktis pompa air sangat terkait erat dengan konsep fisik mekanika cairan. Pompa air memindahkan serangkaian volume air dengan perangkat hisap dari ruang hisap ke ruang outlet. Impeller berputar untuk menciptakan gaya sentrifugal yang mendorong air dari pusat impeller ke tepi. Proses ini mengurangi tekanan sentral roda, yang berarti air dipertukarkan dari sumber saluran masuk dan air didorong keluar oleh saluran outlet. Prinsip ini mirip dengan cara kerja sedotan. Saat mengisap, mulut menyebabkan tekanan rendah dan air didorong keluar dari kaca ke dalam mulut. Pompa juga menghasilkan tekanan rendah di tengah roda, menarik air dari sumber, selain itu pada perangkat semprotan pestisida ini juga menerapkan hukum Archimedes dan hukum Bernoulli sebagai penggunaan pestisida dalam pertanian, hal ini dapat menyebabkan efek buruk seperti kontaminasi hama dan resistensi hama. Dalam kasus pompa untuk menyemprotkan pestisida, sebagai suatu peraturan, ia juga dapat muncul dalam energi kinetik, sebagai aturan energi mekanik cairan (Sholehah et al., 2023).

3.2. Potensi Tanaman Hortikultura

Indonesia merupakan suatu negara kepulauan karena 60% wilayah di Indonesia merupakan perairan, sehingga ketersediaan pasir sangat melimpah dan sangat potensial untuk digunakan sebagai alternatif pertanian yang produktif khususnya untuk budidaya tanaman hortikultura (Kholilah, U. Et al., 2021). Di Indonesia komoditas tanaman yang banyak dikembangkan oleh petani sebagai bahan untuk pemenuhan kebutuhan pangan bagi masyarakat nasional adalah Tanaman Hortikultura. Hal ini menjadikan tanaman hortikultura memiliki peran yang sangat penting terhadap pemenuhan pangan di Indonesia. Menurut BPS Muara Enim, tahun 2022 produktifitas hasil pertanian Hortikultura mengalami perkembangan yang signifikan yaitu pada produksi tanaman sayuran sebesar 198.809 kuintal/tahun, produksi biofarmaka sebesar 144.068 kilogram/tahun, produksi tanaman

hias sebesar 2.191 tangkai/tahun, dan produksi buah-buahan sebesar 1.016.317 kuintal/tahun. Angka tersebut merupakan wujud peran penting hortikultura dalam pemenuhan pangan di Indonesia (Heldayani, dkk. 2022).

Pada tingkat Nasional sektor hortikultura saat ini masih bergantung pada sumber daya alam dan masih belum mampu memaksimalkan potensi teknologi untuk meningkatkan produktivitas dan hasil panen yang optimal (Yudo. S & Marjus, 2024). Tugas seorang petani atau tukang kebun antara lain membajak sawah, memberi pupuk dan mengairi, membasmi hama, memantau ketinggian air tanaman, dan menjaga kesuburan tanah. Banyak petani yang melakukan kesalahan dalam melakukan hal tersebut sehingga pengelolaan dalam meningkatkan potensi tanaman hortikultura menjadi tidak efisien (Aulia, A.A., dkk 2024).

Selain masalah faktor-faktor tersebut, irigasi juga menjadi masalah utama dalam meningkatkan potensi tanaman hortikultura, terutama ketika Indonesia mengalami musim kemarau, irigasi dapat dijadikan sebagai penyelamat para petani Hortikultura untuk mengairi tanamannya. Tanpa sistem irigasi yang baik banyak petani yang gagal panen atau hasil panen yang mereka hasilkan kurang maksimal. Karena ketika memasuki musim kemarau kelembapan tanah kurang sehingga tanaman kurang nutrisi. Kelembapan tanah adalah salah satu faktor pendukung utama dalam menentukan tingkat kadar air dan tingkat kekeringan pada tanah tersebut, sehingga perlu adanya penerapan teknologi internet of things (IoT) pada bidang pertanian untuk memudahkan petani dalam memonitoring kelembapan tanah dan suhu tanah dari jarak jauh (Tarigan J, dkk, 2023). Dengan kemajuan teknologi, potensi hortikultura di Indonesia dapat dimaksimalkan, terutama pada sistem pengairan dengan menggunakan IoT.

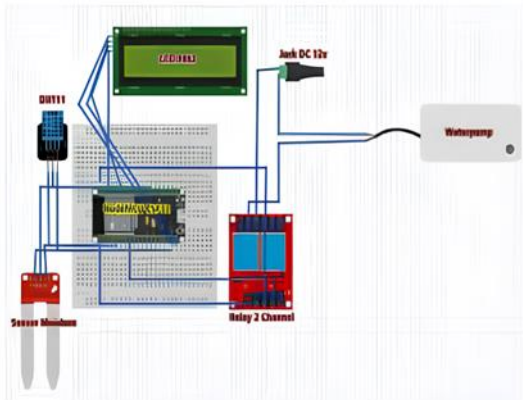
3.3 Implementasi Alat Penyiram otomatis Pada Tanaman Hortikultura

Penerapan perangkat penyiraman otomatis pada tanaman hortikultura merupakan solusi yang efisien untuk mengatasi tantangan keterbatasan waktu dan tenaga kerja dalam prosedur irigasi. Teknologi ini umumnya mengintegrasikan sensor kelembapan tanah, mikrokontroler, dan koneksi internet melalui internet (IoT), yang memungkinkan sistem beroperasi secara otonom dan real time. Penelitian oleh (Ajiwicaksana. B et al., 2023) menunjukkan bahwa sistem irigasi otomatis berbasis ESP8266 dan aplikasi Android menggunakan sensor untuk

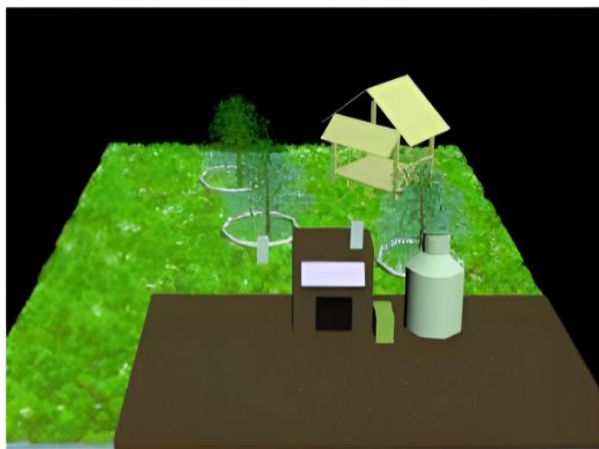
mengenali tingkat kelembapan tanah dan secara otomatis mengaktifkan pompa air ketika tanah dikenali sebagai kering. Sistem ini membuka akses bagi pengguna untuk memantau dan memonitoring sistem irigasi melalui smartphone mereka, sehingga pengguna tidak perlu hadir secara fisik di lokasi mereka. Hasil pengujian sistem menunjukkan adanya peningkatan efisiensi konsumsi air dan pemeliharaan kelembapan tanah yang optimal.

Sementara itu, Ramadhan dkk. (2023) Alat irigasi otomatis untuk sistem pisang menggunakan sensor arduino dan sensor kelembapan tanah, yang datanya dikirim ke pengguna melalui aplikasi Pushbullet sebagai bentuk notifikasi. Sistem ini didasarkan pada ambang batas kelembapan tanah di mana pompa air secara otomatis diaktifkan ketika kondisi tanah terlalu kering. Dengan aplikasi ini, irigasi menjadi lebih terukur, tidak berlebihan dan dapat digunakan untuk skala hortikultura dan media yang kecil. Sistem irigasi otomatis berbasis ESP8266 nodeMCU dan sensor kelembapan tanah juga dikembangkan untuk mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih konsisten dan efisien. Sistem ini memberikan informasi real-time melalui kondisi tanah dan memungkinkan pompa air untuk beroperasi secara otomatis dengan tingkat akurasi yang tinggi jika diperlukan. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa penggunaan alat ini untuk perawatan tanaman tanpa intervensi manual secara terus menerus sangat bermanfaat (Effendi et al., 2022).

Pengelolaan sistem irigasi merupakan faktor yang krusial dalam budidaya tanaman hortikultura seperti cabai. Cabai adalah tanaman yang termasuk dalam komoditas hortikultura di Indonesia. Keberhasilan dalam budidaya tanaman cabai sangat bergantung pada kondisi lingkungan yang mendukung, termasuk kelembapan tanah dan suhu tanah yang sesuai. Kelembapan dan suhu tanah yang tidak terjaga dapat menyebabkan pertumbuhan yang tidak optimal, penurunan produktivitas, bahkan kematian tanaman. Oleh karena itu, pemantauan kelembapan dan suhu tanah secara terus menerus sangatlah penting. Dengan adanya alat penyiram otomatis dengan pengontrol kelembapan tanah ini dapat membantu para petani dalam budidaya tanaman Cabai di Indonesia. Pada Monitoring Sprinkler Otomatis ini menggunakan bahan pendukung untuk pembuatannya sebagaimana disajikan pada Gambar 2. Adapun sistem instalasi dengan irigasi otomatis menggunakan panel surya disajikan pada Gambar 3.



Gambar 2. Ilustrasi Rangkaian Kerja Sistem Sensor kelembapan tanah (Aulia, A.A., et al. 2024)

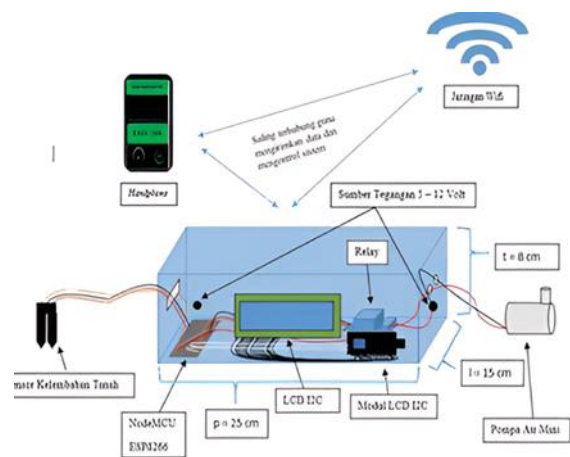


Gambar 3. Ilustrasi Pertanian holtikultura dengan Irigasi Otomatis berbasis Panel Surya (Aulia, A.A., et al. 2024)

Dengan sistem ini, petani dapat mengontrol dan memonitor kelembapan tanah dan suhu tanaman cabai dengan lebih efisien. Penggunaan aplikasi Blynk memudahkan petani untuk mengakses data dan mengatur penyiraman dari jarak jauh. Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa semua komponen berfungsi dengan baik, dengan relay yang mengaktifkan pompa air secara otomatis berdasarkan data dari sensor (Aulia, A. A., dkk. 2024). Menurut sumber lain yang juga menggunakan alat penyiram otomatis dengan sensor kelembapan tanah, pemantauan berbasis Internet of Thing (IoT) dikembangkan menggunakan NodeMCU ESP8266 (Hakim dkk., 2019) sebagai sistem pengolahan data, dan menggunakan aplikasi Blynk (Handi dkk., 2019) untuk pemantauan dan penyimpanan data menggunakan smartphone (Susanto dkk., 2018).

Menurut Ferdianto, kelembapan tanah tanaman cabe berada pada kisaran 60% - 70% yang artinya

bahwa apabila kelembapan tanah kurang dari 60% maka kondisi relay rendah akan menyakikan pompa air dengan kurun waktu 5 detik, setelahnya pompa akan mati selama 10 detik dan akan melakukan menyerapan air dari dalam tanah. Blyn akan mengirimkan informasi melalui email terkait dengan pompa dan kelembapan tanah. LCD akan menampilkan kelembapan tanah dan setelahnya penyiraman akan dilakukan secara manual melalui Blyn selama kisaran kelembapan apabila kondisi tanahnya antara 60% - 70%. Namun apabila kondisinya kelembapan tanah lebih dari 70% relay on akan membuat pompa berhenti mengalir dan LCD akan menampilkan kondisi tanah yang basah, dalam kondisi ini penyiraman tanah tidak dapat dilakukan secara manual. Sensor pada alat ini bekerja dengan membaca nilai kelembapan tanah dan akan mengirim data secara berkala, sehingga para petani dapat memonitoring kondisi kelembapan tanahnya. Ilustrasi sistem kelembapan tanah menggunakan sensor disajikan pada Gambar 4. Uji coba telah dilakukan dengan alat irigasi otomatis berbasis IoT atau internet of things. Dari proses pengujian yang telah dilakukan terhadap tanaman cabai, sistem irigasi ini dapat berjalan dengan baik dan bekerja sesuai dengan fungsi. Sistem Penyiram otomatis ini menjadi bagian dari pengembangan sistem smart farming yang cakupannya lebih luas lagi seperti: intelligent sensing, intelligent planning/analysis, dan intelligent control (Ardiansyah, R. dkk. 2023).



Gambar 3. Ilustrasi Kerja Sistem Sensor Kelembapan Tanah dengan Wifi (Ardiansyah, R. dkk. 2023)

Inovasi baru mulai bermunculan dengan hadirnya alat penyiram tanaman otomatis yang menjadi perbincangan di kalangan masyarakat. Berdasarkan informasi dari jurnal Journal Gift terkait pengabdian masyarakat di Indonesia,

pemanfaatan panel surya sebagai sumber energi untuk sistem irigasi otomatis memberikan sebuah solusi yang lebih berkelanjutan. Panel surya memiliki kemampuan untuk mengkonversi sinar matahari menjadi energi listrik yang bisa digunakan untuk menyalakan pompa air beserta komponen lainnya dalam sistem irigasi otomatis. Adopsi teknologi yang hemat energi dan ramah lingkungan, seperti sistem irigasi otomatis berbasis panel surya, dapat berkontribusi dalam mengurangi dampak negatif dari aktivitas pertanian terhadap lingkungan, termasuk pengurangan emisi gas rumah kaca dan pemborosan air. Komponen utama dari alat ini meliputi panel surya untuk mengubah sinar matahari menjadi energi listrik, sensor kelembapan tanah yang berfungsi untuk mendeteksi kadar air serta mengatur kapan sistem penyiraman harus diaktifkan, serta pompa air yang mengalirkan air ke seluruh area pertanian.

Ada juga mikrocontroller yang berfungsi sebagai otak sistem, mengolah data dari sensor dan mengendalikan operasional pompa. Selain itu, cara kerja dari sistem sprinkler otomatis ini terdiri dari sensor kelembapan tanah yang mendeteksi kebutuhan air tanaman dan memicu pompa air mulai beroperasi saat kelembapan tanah berada di bawah level yang telah ditentukan. Sistem ini memiliki kemampuan untuk secara otomatis menghentikan penyiraman ketika kelembapan tanah telah mencapai tingkat optimal, sehingga tidak ada pemborosan air. Selain itu, panel surya berfungsi sebagai sumber energi, berhasil mengonversi sinar matahari menjadi kelistrikan yang cukup untuk menjalankan keseluruhan sistem.

Irigasi Sistem (Basuki, B. M. , Muta'ali, A. 2024). Penelitian lain juga telah dilakukan mengenai alat penyiraman otomatis yang menggunakan tenaga surya. Berdasarkan laporan dari Jurnal Indonesia, untuk meningkatkan penyerapan sinar matahari, panel surya harus dipasang dalam posisi berlawanan dengan arah datangnya cahaya matahari atau harus dapat bergerak mengikuti pergerakan matahari. Maka dari itu, dibutuhkan suatu sistem pemantauan untuk pemasangan panel surya tersebut (Chrisna 2020). Penggunaan alat penyiraman otomatis ini mengakibatkan peningkatan efisiensi dalam waktu dan tenaga kerja. Para petani telah melaporkan bahwa waktu yang biasanya dihabiskan untuk menyiram tanaman bisa dialihkan untuk aktivitas lainnya, seperti memberi pupuk, mencabuti rumput, atau mengelola lahan lainnya. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Jupita dan rekan-rekan (2021) yang mengungkapkan bahwa sistem

penyiraman otomatis dapat mempermudah serta menghemat waktu bagi para pekerja (Dharma, dkk. 2025).



Gambar 5. Gambar Kerja Sistem Sensor Kelembapan Tanah

Pada Gambar 5 Sistem kerja sensor kelembapan tanah, terdapat suatu komponen utama didalamnya, yaitu (1) Probe Sensor Kelembapan Tanah (YL-69) Berfungsi untuk mendeteksi kadar air dalam tanah dengan mengukur resistansi antara dua elektroda. Semakin basah tanah, resistansi menurun; semakin kering, resistansi meningkat. Biasanya terbuat dari bahan tahan karat untuk meningkatkan umur pakai. (2) Modul Pengkondisi Sinyal (YL-39) Mengolah sinyal dari probe dan menyediakan output analog (AO) serta digital (DO). Dilengkapi dengan potensiometer untuk mengatur ambang batas sensitivitas output digital. Menggunakan IC komparator LM393 untuk membandingkan tegangan input dengan ambang yang ditentukan. (3) Mikrokontroler (Arduino Uno) Menerima data dari modul sensor dan memprosesnya untuk berbagai aplikasi, seperti sistem penyiraman otomatis. Dan masih ada komponen lain misalnya kabel jumper dan VCC.

Studi lain mengenai alat penyiram otomatis ini juga dilakukan pada alat penyiram otomatis berbasis panel surya, menurut Jurnal Indonesia, dalam upaya meningkatkan penyerapan sinar matahari, sel surya harus dipasang berlawanan arah dengan arah sinar matahari atau selalu mengikuti arah pergerakannya. Akibatnya, diperlukan sistem pengawasan untuk pemasangan sel surya (Chrisna 2020). Penggunaan alat penyiram otomatis ini berdampak pada efisiensi waktu dan tenaga kerja. Petani melaporkan bahwa waktu yang biasanya digunakan untuk menyiram tanaman dapat dialihkan ke kegiatan lain, seperti

pemupukan, penyiangan, atau pengelolaan lahan tambahan. Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian (Jupita R, Tio A.N., Rifaini A., Dadi R.S. 2021) yang menyebutkan bahwa penyiraman otomatis dapat mempermudah dan menghemat waktu dalam proses kerja para pekerja (Dharma, A. P., dkk. 2025).

IV. KESIMPULAN

Sistem penyiraman otomatis berbasis Internet of Things (IoT) merupakan inovasi teknologi yang efisien dan berkelanjutan dalam meningkatkan produktivitas pertanian, khususnya pada tanaman hortikultura seperti cabai. Dengan memanfaatkan sensor kelembapan tanah, mikrokontroler (misalnya NodeMCU ESP8266 atau Arduino), serta platform pemantauan jarak jauh seperti Blynk, sistem ini mampu mengontrol irigasi secara otomatis sesuai kebutuhan tanaman. Penerapan prinsip mekanika fluida, sensor suhu, dan pengukur ketinggian air turut meningkatkan akurasi dan efektivitas sistem, sekaligus mengurangi pemborosan air dan ketergantungan pada kerja manual. Selain itu, pemanfaatan energi terbarukan seperti panel surya dan potensi media tanam alternatif seperti pasir memperkuat daya dukung terhadap keberlanjutan dan efisiensi sistem. Secara keseluruhan, teknologi ini menjadi solusi strategis untuk menjawab tantangan pertanian modern di tengah perubahan iklim dan tekanan lingkungan, serta mendorong pengelolaan hortikultura yang lebih cerdas dan produktif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajiwicaksana, B., Pangestu, R. A., & Nurhandi, M. (2023). Pengembangan Sistem Penyiraman Otomatis berbasis IoT. *Jurnal Penelitian Ilmu Komputer*, 1(2), 1-9.
- Anggraeni, N. M., Kinasih, R. E., & Ayuningtiyas, L. (2024). Analisis Konsep Penerapan Mekanika Dalam Sistem Irigasi Pertanian Berbasis Teknologi. *Optika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(2), 248-257.
- Ardiansah, R., Susanto, R., & Pradana, A. I. (2023). Sistem penyiraman otomatis pada tanaman dengan monitoring berbasis IoT (Internet of Things). *JUPITER (Jurnal Pendidikan Teknik Elektro)*, 8(1), 31-38.
- Atthoriq, A., sumarjo, J., & Anjani, R. (2022). Perancangan System Pompa Air Tenaga Surya Terhadap Produktivitas Pertanian Padi (Sawah). *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(6), 81–87. <https://doi.org/DOI:10.5281/zenodo.6420819>
- Aulia, A. A., Samsumar, L. D., & Suryadi, E. (2024). Sistem Monitoring Kelembapan Dan Otomatisasi Penyiraman Tanaman Cabai Berbasis Internet Of Things (Iot). *Jurnal Rekayasa Sistem Informasi dan Teknologi*, 2(2), 681-695.
- Basuki, B. M., & Muta'ali, A. (2024). Mesin penyiram tanaman otomatis berbasis panel surya untuk budidaya tanaman kangkung di Kel. Mulyorejo, Malang. *Karunia: Jurnal Hasil Pengabdian Masyarakat Indonesia*, 3(4), 185-196.
- Chrisna H.S.S. (2020). Solar trancking system untuk mengoptimalkan penyerapan energi matahari pada solar cell menggunakan mikrokontroler atmega 8535. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 2(2): 81-88.
- Dharma, A. P., Setyaningsih, M., Rosalina, R., Dewi, R., Rahardjo, R. D. D., Yusuf, S. B., & Mukhtar, A. A. (2025). Penerapan Alat Penyiraman Tanaman Holtikultura Secara Otomatis Berbasis Panel Surya Pada Kelompok Tani Di Kabupaten Cianjur (Application of Automatic Horticultural Plant Watering Tools Based on Solar Panels in Farmer Groups in Cianjur Regency). *Indonesia Berdaya*, 6(1), 1-8.
- Effendi, N., Ramadhani, W., & Farida, F. (2022). Perancangan sistem penyiraman tanaman otomatis menggunakan sensor kelembapan tanah berbasis IoT. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, 3(2), 91-98.
- Hakim, D. P. A. R., Budijanto, A., & Widjanarko, B. (2019). Sistem Monitoring Penggunaan Air PDAM pada Rumah Tangga Menggunakan Mikrokontroler NODEMCU Berbasis Smartphone ANDROID. *Jurnal IPTEK*, 22(2), 9–18.
- Handi, H., Fitriyah, H., & Setyawan, G. E. (2019). Sistem Pemantauan Menggunakan Blynk dan Pengendalian Penyiraman Tanaman Jamur Dengan Metode Logika Fuzzy. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(4), 3258–3265. Diambil dari
- Heldayani E., S.Asiah., Mardianto. (2022). Implementasi Metode Location Quentient (LQ) Untuk Analisis Potensi Komoditas

- Unggulan Subsektor Hortikultura di Kabupaten Muara Enim Meodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi. 6(2) 220 - 231. DOI: 10.29408/geodika.v6i2.6496
- Jupita R, Tio A.N., Rifaini A., Dadi R.S. (2021). Rancang bangun penyiraman tanaman otomatis menggunakan sensor soil moisture. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Komputer, 2(1): 94-102.
- Kholilah, U., Janitra, S. P., Gumay, R., & Ferdian, A. A. (2021). Rancang bangun sistem irigasi sprinkle berbasis IoT (Internet of Things) pada tanaman hortikultura. Journal of Agricultural and Biosystem Engineering Research, 2(2), 28-36.
- Maulana, A. (2023). Kebijakan ketahanan pangan di Indonesia melalui pendekatan analisis bibliometrik. Jurnal Ilmu Sosial dan Ilmu Politik (JISIP), 12(2), 234–243
- Muhammad F. M., Y. W.Leki. (2023). Analisis prioritas kebijakan subsektor pertanian di Kabupaten Malang, Jawa Timur. Jurnal Green House. 1(2), 27 – 37 .
- Mursalini, S. B., Sunardi, H., & Zulkifli. (2020). Sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis sensor kelembapan tanah menggunakan logika fuzzy. Jurnal Ilmiah Informatika Global, 11(1), 47–54.
- Nanda, A. P., Jeprianto, J., & Mahdi, M. I. (2024). Sistem Otomatis Penyiraman Tanaman Berbasis Sensor Kelembapan Tanah Untuk Peningkatan Produktivitas Pertanian. Technologia: Jurnal Ilmiah, 15(4), 764-774.
- Nurrahmi, S., Miseldi, N., & Syamsu, S. H. (2023). Rancang Bangun Sistem Penyiraman Otomatis pada Green House Tanaman Anggrek Menggunakan Sensor DHT22. JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 11(1), 33-43.
- Prayoga, K. A. M. D. (2025). Pengembangan Sistem Penyiraman dan Pemupukan Otomatis Berbasis ESP32 dengan RTC dan Blynk. Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil dan Teknik Informasi, 8(1), 1-10.
- Ramadhan, F., Ardiansah, I., & Kastaman, R. (2019). Perancangan Purwarupa Alat Penyiraman Otomatis pada Tanaman Pisang dengan Internet of Things (IoT). Jurnal Rekayasa Sistem Industri, 8(2), 75-80.
- Solehah, M., Ardiya, D. P. R., Malihah, B. M., Sudarti, S., & Anggraeni, F. K. A. (2024). Analisis Konsep Fluida Pada Proses Penyemprotan Pesticida Oleh Petani. Optika: Jurnal Pendidikan Fisika, 8(1), 213-223.
- Uswatun, U., Rohkma, R., Khasanah, U., Tarigan, S. B., & Mahmudi, K. (2023). Kajian Konsep Fluida Dinamis pada Optimalisasi Aliran Nutrisi Sistem Hidroponik. Jurnal Sintesis: Penelitian Sains, Terapan dan Analisisnya.
- Walid, M., Hoiriyah, H., & Fikri, A. (2022). Pengembangan Sistem Irigasi Pertanian Berbasis Internet of Things (IoT). Jurnal Mnemonic, 5(1), 31-38.
- Tarigan, J., Bukit, M., & Yilu, S. N. (2023). Rancang Bangun Sistem Irigasi Tetes Otomatis Untuk Budidaya Tanaman Terong Ungu (*Solanum Melongena* L.) Berbasis Internet Of Things (IoT). Jurnal Fisika: Fisika Sains Dan Aplikasinya, 8(2), 30-39.
- Wahyudi, Pradana, A. I., & Permatasari, H. (2025). Implementasi sistem irigasi otomatis berbasis IoT untuk pertanian greenhouse. Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia, 5(2), 435–446.
- Yudo Setyawan, D., & Marjunus, R. (2024). Automasi dan Internet of Things (IoT) pada Pertanian Cerdas: review artikel pada Jurnal Terakreditasi Kemenristek. Prosiding April, 9.
- Yuliana A. I., Miftachuddin A. A. A., Hidayat R., R. D. Fibrianti., E. N. Huda., Z. Fitra., Y. Firmansya. (2024). Implementasi Teknologi Tepat Guna Alat Penyiraman Otomatis Sebagai Penunjang Ketahanan Pangan Keluarga Berbasis Pertanian Urban. Informatika: Jurnal Pengabdian Masyarakat. 5(1), 18-23