

PERANCANGAN SISTEM ROBOTIKA UNTUK MENJAGA KELEMBABAN TANAH PADA TANAMAN BERBASIS SOIL MOISTURE SENSOR DAN MICROCONTROLLER ESP32

RANDI MAULANA AZIS¹, FANIZAR HILDHAN FABA², BAYU WICAKSONO GUNAWANTO³, AHMAD SYAFI' ANSHORI AZIZ⁴, TATENG SUKENDAR⁵

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma

email: randynana1821@gmail.com¹, kerasa48@gmail.com²,

bayuwicaksonoguswanto504@gmail.com³, Ahmadanshoriaziz@gmail.com⁴,

tatengsukendar@gmail.com⁵

Abstrak: Bidang pertanian sangat penting dalam pemenuhan kebutuhan pokok manusia. Tak terkecuali sayur mayur yang dihasilkan para petani sayur, para petani menghasilkan berbagai macam sayur seperti bayam, kangkung, selada, dan lain-lain. Dengan semakin banyaknya penduduk semakin banyak pula permintaan terhadap sayur. Tetapi saat ini kebutuhan sayur dari petani belum bisa maksimal, dikarenakan para petani masih bergantung pada sistem irigasi konvensional tanpa mempertimbangkan kondisi kelembaban tanah, sehingga berpotensi menyebabkan kegagalan panen karena tidak memperhatikan kelembaban tanah yang dibutuhkan oleh jenis-jenis sayuran. Dengan berkembangnya teknologi sekarang dimungkinkan dibuat sebuah teknologi penyiraman otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem penyiraman otomatis berbasis sensor kelembaban tanah soil moisture sensor dan mikrokontroler ESP32 guna untuk menjaga kelembaban tanah. Sistem yang dikembangkan menggunakan sensor kelembaban tanah sebagai input untuk mendeteksi kondisi kadar air pada tanah secara real-time, kemudian diproses oleh ESP32 untuk mengendalikan aktuator berupa pompa air secara otomatis. Metode penelitian meliputi perancangan perangkat keras, pengembangan perangkat lunak, serta pengujian kinerja sistem di lahan percobaan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengontrol proses penyiraman secara otomatis sesuai dengan kondisi kelembaban tanah dan dapat mengurangi penggunaan air dibandingkan metode penyiraman konvensional, dan juga sistem ini dapat di pantau secara realtime menggunakan aplikasi blynk pada gadget. Dengan demikian, sistem irigasi cerdas ini berpotensi mendukung praktik pertanian presisi.

Kata kunci : ESP32, Soil Moisture Sensor, Pertanian, Sensor kelembaban tanah tanah.

A. Pendahuluan

Pertanian merupakan salah satu sektor yang sangat penting bagi kehidupan masyarakat Indonesia. Sektor pertanian berperan sebagai penunjang ketersediaan bahan pangan bagi masyarakat. Para petani menghasilkan berbagai macam kebutuhan pangan bagi masyarakat. Seperti budidaya pertanian sayur mayur sangat berpotensi, konsumen sayur sangat tinggi tetap belum diimbangi dengan hasil panen dari petani sayur. Dikarenakan masih banyak terjadi kegagalan panen karena para petani kurang memperhatikan kelembaban tanah yang sesuai pada jenis jenis sayuran, dan juga kurangnya teknologi yang lebih modern yang dapat meningkatkan produktifitas hasil panen sayur. Teknologi yang dipakai petani saat ini kebanyakan masih menggunakan teknologi manual atau konvensional,

Konsep pertanian presisi menekankan pemberian input pertanian secara tepat berdasarkan kebutuhan spesifik tanaman dan kondisi lingkungan. Sistem penyiraman otomatis berbasis sensor kelembaban tanah merupakan salah satu implementasi nyata dari konsep pertanian presisi. Penerapan sistem ini diharapkan dapat mendukung praktik pertanian yang lebih efisien, produktif, dan berkelanjutan (Sidik et al., 2025).

Pekembangan IPTEK khususnya komputer sudah demikian majunya merambah setiap bidang kehidupan. Hampir semua aktifitas kegiatan manusia menggunakan teknologi moderen, mulai dari dunia industri, rumah tangga bahkan bidang pertanian. Banyaknya

penggunaan dan pemanfaatan teknologi komputer adalah karena komputer mampu melakukan pekerjaan yang berulang secara terus-menerus, tanpa mengenal waktu, hal ini dapat dimanfaatkan untuk membantu manusia mengerjakan pekerjaan yang rutin. Pemanfaatan teknologi modern pada bidang pertanian diharapkan dapat meningkatkan hasil pertanian dan perekonomian masyarakat.

Microcontroller ESP32 merupakan salah satu perangkat yang sangat andal dalam mendukung pengembangan berbagai proyek otomatisasi. Dalam proses pengembangan, pemilihan perangkat yang tepat menjadi hal yang sangat penting karena setiap permasalahan pada suatu domain membutuhkan solusi teknologi yang berbeda. Untuk dapat menentukan solusi yang sesuai, pengembang perlu memahami karakteristik permasalahan sekaligus mengenali perangkat serta fitur yang tersedia. Dalam beberapa kasus, penyelesaian masalah tidak hanya menggunakan satu alat, tetapi dapat melibatkan kombinasi beberapa perangkat sekaligus. Setelah perangkat yang tepat dipilih, tahap selanjutnya adalah mengoptimalkan cara penggunaannya agar dapat bekerja secara efisien dan efektif sehingga memberikan nilai tambah maksimal bagi pengguna akhir (Ma'mun et al., 2023)

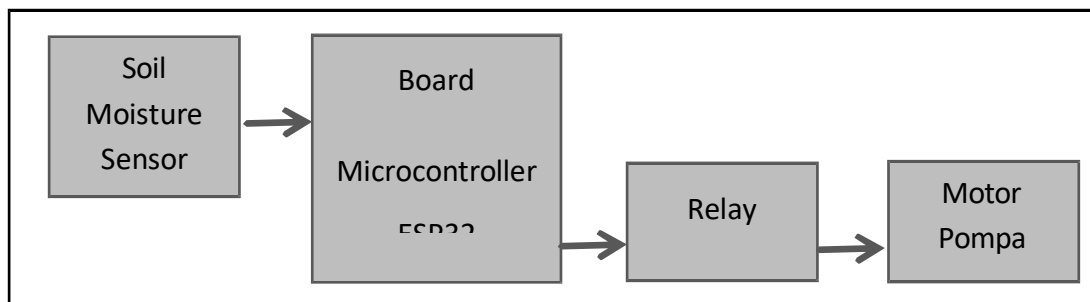
B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode rancang bangun (research and development) yang bertujuan untuk mengembangkan dan menguji kinerja sistem penyiraman otomatis berbasis sensor kelembaban tanah pada aplikasi pertanian. Metode ini dipilih karena penelitian berfokus pada perancangan, implementasi, serta

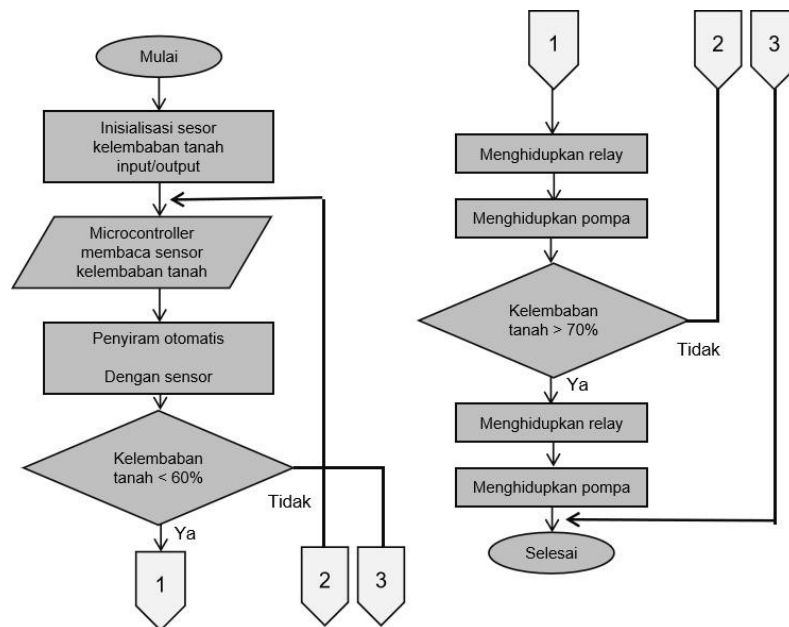
evaluasi kinerja suatu sistem teknologi yang dapat diterapkan secara langsung di lapangan (Sugiyono, 2019).

Tahap awal penelitian adalah analisis kebutuhan sistem, yang dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan irigasi pada pertanian konvensional, khususnya terkait ketidaktepatan pemberian air. Pada tahap ini juga ditentukan spesifikasi sistem yang meliputi jenis sensor kelembaban tanah, mikrokontroler, aktuator, serta sumber daya yang sesuai dengan kondisi pertanian skala kecil hingga menengah

Rancangan alat terdiri dari 3 bagian utama, yaitu bagian input, proses dan output. Pada bagian input terdapat satu buah sensor kelembaban tanah yang berfungsi untuk membaca kadar air dalam tanah. Kemudian data yang diinputkan selanjutnya akan diproses oleh microcontroller ESP32 dan dikeluarkan tampilan visual secara realtime menggunakan aplikasi blynk pada gadget, pompa DC berfungsi ketika sensor sudah membaca kelembaban tanah dalam keadaan kering. Bagian tersebut merupakan bagian output. Gambar 1 menunjukkan blok diagram perancangan alat



Gambar 1. Blok Diagram Perancangan Alat

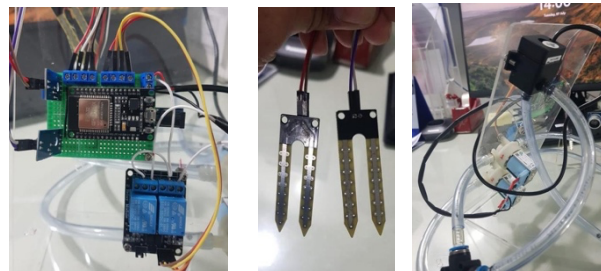


Gambar 2. Diagram Alir Sistem

C. Hasil Penelitian dan Analisis

Hasil Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah membuat *Prototype* penyiraman tanaman otomatis pada tanaman bayam, kangkung, dan selada, dengan referensi kebutuhan kelembaban tanah 60% s/d 70%. hal ini untuk memberikan kemudahan kepada petani dalam penyiraman tanaman sayur-sayuran.



Gambar 3. Bentuk Keseluruhan Prototype

Pengujian Sensor Kelembaban tanah

Sensor kelembaban tanah pada alat ini digunakan sebagai inputan utama sebagai pembacaan kelembaban tanah pada tanaman bayam, kangkung, dan selada. Sensor tersebut mempunyai outputan/keluaran berupa nilai analog. Disini penulis melakukan pengujian nilai ADC pada pada tanah yang mempunyai kadar kelembaban tanah yang sedikit dan kadar kelembaban tanah yang tinggi. Untuk sampel tanah yang penulis gunakan adalah tanah dalam keadaan kering dan basah. Tanah dikatakan kering bila tanah itu terlihat sangat kering dan tak terlihat basah sedikitpun, dalam percobaan tanah diambil dalam keadaan kering dibawah terik matahari selama sehari, sehingga tanah dalam keadaan yang sangat kering. Tanah dikatakan basah apabila tanah terlihat sangat basah dan masih ada air di atas tanah, karena penulis ingin mendapatkan data ADC dari tanah basah yang benar- benar basah. Dan bisa dilihat bukti sampel tanah kering dan basah pada gambar 10.

Tabel Nilai ADC tanah kering dan basah

Tabel 1. Nilai ADC kelembaban tanah dalam keadaan basah

No.	Nilai ADC Tanah Basah
1	222
2	234
3	245
4	221
5	225
TOTAL	1177

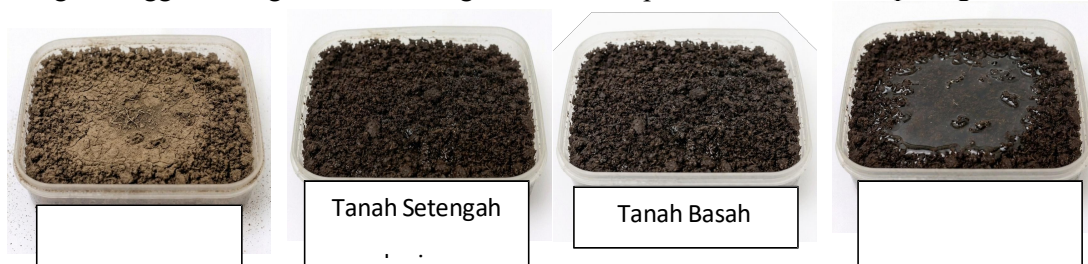
Rata-rata hasil dari nilai ADC kelembaban tanah basah ($1177/5$) : 235,4

Tabel 2. Nilai ADC kelembaban tanah dalam keadaan kering

No.	Nilai ADC Tanah Kering
1	998
2	994
3	996
4	982
5	989
TOTAL	4949

Rata-rata hasil dari nilai ADC kelembaban tanah kering ($4949/5$) : 989,5

Untuk menentukan range atau pembatas alat ini ketika harus berhenti dan kapan harus berjalan ditentukan dengan menggunakan percobaan pada sampel tanah dan didukung dengan pengalaman penulis yang sudah mempunyai pengalaman dalam bertani. Sehingga dalam penentuan batas bisa disesuaikan dengan kenyataan dan pengalaman pertanian di daerah penelitian atau percobaan dari penulis. Dalam hal ini diperlukan empat sampel tanah yaitu tanah kering, setengah kering, basah dan sangat basah . Sampel tanah bisa dilihat pada gambar 10.



Gambar 4. Sample Tanah

Pengujian relay untuk menghidupkan pompa air

Relay digunakan untuk menghidupkan pompa air pada prototype ini. Pengujian dilakukan dengan cara memberi nilai *High* dan juga nilai *Low* pada keluaran menuju relay. Relay yang untuk menghidupkan pompa air terkoneksi dengan pin 3 pada board microcontroller. Hasil pengujian relay terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Relay

No.	Logika	Keterangan
1	High	Pompa Hidup
2	Low	Pompa Mati

Pengujian prototype secara keseluruhan

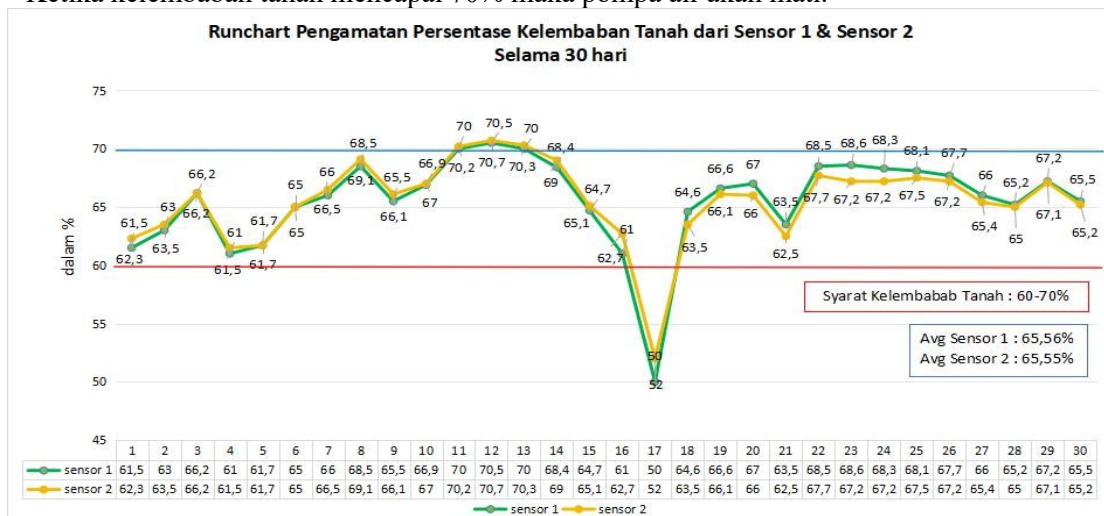
Prototype penyiraman tanaman Otomatis berbasis Microcontrolller ESP32 ini diuji selama 30 hari. Pengujian dilakukan di rumah di daerah : kp. Pulogadung, Kel. Pegangsaan Dua, Kec. Kelapa Gading, Jakarta Utara. Dan di uji pada tanaman sayuran bayam, kangkung, dan seladah, dengan syarat kelembaban tanah 60% s/d 70% (referensi mertani.co.id) yang di tanam pada wadah plastik ukuran : P30 x L15 x T10. dengan media tanam menyesuaikan dimensi wadah.



Gambar 5. Proses Pengujian

Keterangan :

- Ketika kelembaban tanah di bawah 60% maka pompa air akan menyala.
- Ketika kelembaban tanah mencapai 70% maka pompa air akan mati.



Gambar 6. Pengamatan Kelembaban Tanah

Tabel 4. Hasil Percobaan

Kangkung			Bayam			Seladah		
Hari	Sensor 1 (%)	Sensor 2 (%)	Hari	Sensor 1 (%)	Sensor 2 (%)	Hari	Sensor 1 (%)	Sensor 2 (%)
1	61,5	62,3	11	70	70,2	16	63,5	62,5
2	63	63,5	12	70,5	70,7	17	68,5	67,7
3	66,2	66,2	13	70	70,3	18	68,6	67,2
4	61	61,5	14	68,4	69	19	68,3	67,2
5	61,7	61,7	15	64,7	65,1	20	68,1	67,5
6	65	65	16	61	62,7	21	67,7	67,2
7	66	66,5	17	50	52	22	66	65,4
8	68,5	69,1	18	64,6	63,5	23	65,2	65
9	65,5	66,1	19	66,6	66,1	24	67,2	67,1
10	66,9	67	20	67	66	25	65,5	65,2
Avg :	64,54%	64,89%	Avg :	65,28%	65,56%	Avg :	66,86%	66,20%
	Normal							
	Mendekati Tidak Masuk Standar							
	Tidak Masuk Standar							

Dari hasil pengujian selama 30 hari secara paralel, 10 hari pada tanaman kangkung, 10 hari pada tanaman bayam, 10 hari pada tanaman seladah, dengan syarat kelembaban 60% s/d 70%, kelembaban tanah dapat terjaga pada rata-rata, yaitu: sensor 1 : 65,56%, sensor 2 : 65,55%. (gambar.12 dan tabel 4) adapun pada hari ke 17 ada nilai kelembaban tanah melewati batas normal yaitu 50% & 52%, hal itu disebabkan karena selang alat penyiram lepas sehingga tidak dapat menyiram dengan sempurna, dan hal ini sudah bisa ditangani dengan memasang alat pengencang selang (Gambar.13).

Hasil pengujian kestabilan kerja pompa air menunjukkan bahwa pompa dapat bekerja secara stabil selama proses penyiraman berlangsung. Pompa tidak mengalami siklus hidup mati-nyala yang berlebihan karena sistem menggunakan nilai ambang batas kelembaban tanah sebagai dasar pengendalian.

Hasil pengamatan terhadap kelembaban tanah setelah penerapan sistem penyiraman otomatis menunjukkan bahwa kelembaban tanah dapat dipertahankan pada rentang yang lebih stabil dibandingkan dengan penyiraman manual. Fluktuasi kelembaban tanah dapat dikurangi karena sistem hanya memberikan air ketika diperlukan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem penyiraman otomatis mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan air pada media tanam. Temuan ini sejalan dengan konsep pertanian presisi yang menekankan pengelolaan input pertanian secara tepat dan terukur.

Jika dibandingkan dengan metode penyiraman manual, sistem penyiraman otomatis berbasis sensor kelembaban tanah memiliki keunggulan dalam hal konsistensi dan efisiensi. penyiraman manual sangat bergantung pada pengalaman dan kehadiran petani, sehingga berpotensi menimbulkan ketidaktepatan dalam pemberian air. Sistem otomatis mampu mengurangi ketergantungan tersebut dan memberikan pengairan yang lebih terkontrol.

Meskipun demikian, hasil penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Pengujian sistem dilakukan pada skala terbatas dan dalam kondisi lingkungan yang relatif terkendali. Faktor-faktor eksternal seperti variasi jenis tanah, kondisi cuaca ekstrem, dan kebutuhan air tanaman yang berbeda belum sepenuhnya diuji, sehingga diperlukan penelitian lanjutan untuk menguji keandalan sistem pada kondisi lapangan yang lebih beragam.

D. Penutup

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian yang dikemukakan bahwa sistem penyiraman otomatis berbasis sensor kelembaban tanah berhasil dikembangkan dan mampu bekerja secara efektif dalam mengontrol proses irigasi sesuai kondisi aktual tanah. Sistem yang dirancang mampu mendeteksi perubahan kelembaban tanah secara akurat serta

mengendalikan pompa air secara otomatis berdasarkan nilai ambang yang telah ditentukan, sehingga kelembaban tanah dapat dipertahankan pada rentang optimal dan penggunaan air menjadi lebih efisien dibandingkan metode penyiraman manual. Selain itu, kestabilan kerja sistem dan kesederhanaan desain menunjukkan bahwa sistem ini berpotensi diterapkan pada lahan pertanian skala kecil hingga menengah sebagai bagian dari penerapan pertanian presisi. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan agar sistem dilengkapi dengan fitur pemantauan dan pengendalian jarak jauh berbasis Internet of Things (IoT), integrasi data cuaca dan kebutuhan spesifik tanaman, serta pengujian pada skala lahan dan kondisi lingkungan yang lebih beragam guna meningkatkan keandalan dan keberlanjutan sistem irigasi otomatis.

Daftar Pustaka

- Ma'mun, H., Mukhtar, A., Burhanudin, A., & Hermana, R. (2023). Revolusi IoT: Mengoptimalkan teknologi untuk masa depan cerdas. Bandung: Widina Media Utama.
- Nahari, R. V., Alfita, R., Astuti, E. D., Pramudia, M., & Rahmawati, D. (2023). Fundamental Internet of Things (IoT): Teori dan aplikasi. Purbalingga: Eureka Media Aksara.
- Sidik, A. R., Tawakal, A., Sumirat, G. S., & Narputro, P. (2025). Smart irrigation based on soil moisture sensors with photovoltaic energy: A systematic review. *Engineering Proceedings*, 107(1), 17.
- Sugiyono. (2019). Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Ali, A., Tahir, N., & Khalid, M. N. (2022). Sustainable water use in agriculture: A review of worldwide research. *International Journal of Agriculture and Biosciences*, 11(4), 246–250.
- Yerli, C., Şahin, U., Ors, S., & Kiziloglu, F. M. (2023). Improvement of water and crop productivity of silage maize by irrigation with different levels of recycled wastewater under conventional and zero tillage conditions. *Agricultural Water Management*, 277, 108130.
- Sudarwati, L., & Nasution, N. F. (2024). Upaya pemerintah dan teknologi pertanian dalam meningkatkan pembangunan dan kesejahteraan petani di Indonesia. *Jurnal Kajian Agraria dan Kedaulatan Pangan (JKAKP)*, 3(1), 1–8.
- Ingrao, C., Strippoli, R., Lagioia, G., & Huisinigh, D. (2023). Water scarcity in agriculture: An overview of causes, impacts, and approaches for reducing the risks. *Heliyon*, 9(8), e18507.
- Hashemi, S. Z., Darzi-Naftchali, A., Karandish, F., Ritzema, H., & Solaimani, K. (2024). Enhancing agricultural sustainability with water and crop management strategies in modern irrigation and drainage networks. *Agricultural Water Management*, 305, 108997.
- Di Gennaro, S. F., Cini, D., Berton, A., & Matese, A. (2024). Development of a low-cost smart irrigation system for sustainable water management in the Mediterranean region. *Smart Agricultural Technology*.