



Analisis Perbandingan dan Karakterisasi Sensor Kelembaban Tanah Jenis Kapasitif dengan Jenis Resistif pada Objek Penginderaan yang Sama

Dodi Yudo Setyawan^{*1}, Nurfiana², Lia Rosmalia³, Melia Gripin Setiawati⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Sistem Komputer, Institut Informatika dan Bisnis Darmajaya, Jl. ZA. Pagar Alam No.93, Gedong Meneng, Kec. Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung 35141 Telepon: (0721) 787214

*Email Penulis Korespondensi: dodi@ darmajaya.ac.id

Abstrak

Tanaman pangan jenis hortikultura baik sayur dan buah-buahan sangat memerlukan kelembaban tanah yang tepat dalam proses pertumbuhannya. Pada sistem pertanian cerdas proses penyiraman media tanam yang dilakukan secara otomatis berdasarkan data sensor kelembaban tanah sehingga diperlukan data kelembaban tanah yang tepat. Setidaknya ada dua jenis sensor kelembaban tanah yakni sensor kelembaban tanah jenis kapasitif dan jenis resistif yang sering digunakan para peneliti dalam pertanian cerdas namun belum ada yang membandingkan keduanya sehingga diperoleh karakteristik jelas dari keduanya perihal kestabilan dan keakuratan data. Ada tiga langkah pada penelitian ini yakni sampling data sensor dengan media udara, air dan tanah. Hasil penelitian menunjukkan sensor kelembaban tanah jenis resistif datanya lebih stabil dibanding dengan jenis kapasitif jika berada di media air dan udara sedangkan jenis kapasitif lebih stabil jika berada pada media tanah. Tingkat akurasi jenis resistif lebih baik dari jenis kapasitif jika berada di media air dan udara namun sangat kurang ketika berada pada media tanah dengan selisih data rata-rata 31,49.

Kata kunci—Sensor kelembaban tanah, pertanian cerdas, resistif, kapasitif.

Abstract

Horticultural food plants, both vegetables and fruit, really need proper soil moisture in their growth process. In an intelligent agricultural system, the process of watering the planting media is carried out automatically based on soil moisture sensor data so that precise soil moisture data is needed. There are at least two types of soil moisture sensors, namely the capacitive type and the resistive type, which are often used by researchers in smart agriculture, but no one has compared the two so that they can obtain clear characteristics regarding the stability and accuracy of the data. There are three steps in this research, namely sampling sensor data using air, water and soil media. The research results show that the resistive type soil moisture sensor data is more stable than the capacitive type when it is in water and air media, while the capacitive type data is more stable when it is in soil media. The level of accuracy of the resistive type is better than the capacitive type when it is in water and air media but is very poor when it is in soil media with an average data difference of 31.49.

Keywords—Soil moisture sensor, smart farming, resistive, capacitive.

1. PENDAHULUAN

Tanaman pangan sangat memerlukan tingkat kelembaban tanah yang sangat baik dan tepat dalam proses tumbuh sampai dengan panen. Kontrol penyiraman yang tepat sangat diperlukan untuk menjaga tanah dalam kondisi lembab yang tepat. Namun kontrol penyiraman ini sangat bergantung dari informasi kelembaban tanah dari penginderaan yang dilakukan oleh sensor, ketepatan penginderaan menjadi kunci yang sangat penting, jika terjadi ketidakakuratan dalam proses penginderaan maka akan mengakibatkan ketidaktepatan pula dalam proses penyiraman tanah. Oleh karena itu penelitian ini sangat penting untuk memperoleh karakteristik sensor kelembaban tanah berjenis kapasitif dan resistif yang banyak dipakai dikalangan peneliti.

Sensor kelembaban tanah yang terintegrasi dengan sensor suhu dan kelembaban udara serta *machine learning* berbasis *Long Range* (LoRa) untuk irigasi terjadwal diperoleh efisiensi penggunaan air sebesar 46% [1 - 4]. Selain menggunakan sensor kelembaban tanah, informasi kelembaban tanah dapat dilakukan dengan pemodelan menggunakan *dataset* stasiun cuaca, data sensor kelembaban tanah dan diperoleh tingkat akurasi sebesar 97.04 % [5]. Sensor kelembaban tanah yang terintegrasi dengan kecerdasan buatan berbasis *Internet of Things* memperoleh efisiensi penggunaan air yang baik dengan akurasi meningkat dari 50,02% menjadi 95,02% [6],[7]. Data pengukuran *China Meteorological Administration Land Data Assimilation System* (CLDAS) dikumpulkan pada kedalaman 10 cm dan 40 cm dan dibandingkan dengan pengukuran kelembaban tanah *Observed Soil Moisture Measurements* (OBS SM) hasil penelitiannya menunjukkan kesesuaian CLDAS dengan OBS SM dengan *Result* > 0,66 pada kedalaman 10 cm dan *Result* > 0,47 pada kedalaman 40 cm [8].

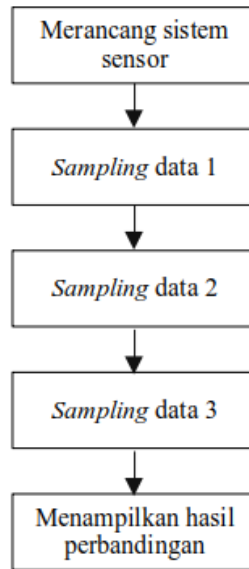
Tingkat penurunan dan kenaikan kelembaban tanah selain dipengaruhi oleh irigasi juga dipengaruhi oleh kandungan halus tanah, semakin tinggi tingkat kandungan halus tanah semakin lambat proses penurunan kelembaban tanah [9], [10]. Penggunaan sensor kelembaban tanah dalam pertanian dapat meningkatkan hasil panen yang signifikan karena ketepatan penyiraman tanaman [11]. Sensor kelembaban tanah menggunakan metode *Improve Simple Soil Water Balance* (ISWB) menghasilkan akurasi kelembaban tanah yang lebih baik pada kedalaman 0- 25 cm [12]. Pengambilan kelembaban tanah menggunakan parameter *Stokes* kecerahan tanah memiliki potensi besar dalam mengurangi pengaruh efek topografi dan bias maksimum kelembaban tanah yang diambil akibat efek topografi melebihi 0,1 m³/m³ jika hanya menggunakan polarisasi vertikal atau horizontal yang jauh melampaui akurasi yang diharapkan (0,04 m³/m³) dari satelit *Soil Moisture and Ocean Salinity* (SMOS) [13].

Selain tepat ukur informasi kelembaban tanah juga diperlukan informasi parameter lain seperti pH, suhu dan warna tanah dengan keberhasilan rekomendasi area tanah yang tepat sebesar 90,98 % [14-16] pada tanaman tomat dan sayuran lainnya tingkat keberhasilan mencapai 98,38% [17], [18], pada penelitian menggunakan GSM shield menghasilkan akurasi sebesar 93,75% [19], error yang diperoleh pada penelitian lain menggunakan sensor YL-69 sebesar <10% [20]. Hasil pengukuran kelembaban tanah menggunakan modul wifi Zigbee dapat mengirimkan data kelembaban tanah dengan baik dengan jarak maksimum pengiriman data antara modul sejauh 25 meter [21], sedangkan menggunakan modul LORA dapat mencapai 500 meter [21]. Kelembaban tanah ini sangat berpengaruh pada hasil panen sehingga sangat perlu untuk diteliti, sensor kelembaban tanah jenis resistif menghasilkan nilai kelembaban tanah sebesar 89% menghasilkan buah naga sebanyak 16 dan pada kelembaban 69% menghasilkan buah naga sebanyak 4 buah [22-24].

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan sensor kelembaban tanah berjenis kapasitif dan resistif dengan berbagai objek penginderaan serta *treatment* perlakuan yang sama dari kedua sensor. Untuk memperoleh data kelembaban tanah dari sensor digunakan Arduino Uno sebagai *Microcontroller Unit* (MCU). Kedua sensor masing-masing tersambung pada *pin analog* A0 dan

A1. Arduino uno memiliki *Analog to digital converter* (ADC) dengan lebar bit data 10 bit. ADC akan menghasilkan nilai desimal dari 0 sampai dengan 1023, nilai ini diperoleh dari $2^{10} = 1024$ (0 sampai dengan 1023). *Flowchart* penelitian dapat dilihat pada Gambar 1, dimulai dari perancangan sistem sensor sampai dengan menampilkan data hasil perbandingan kedua sensor.

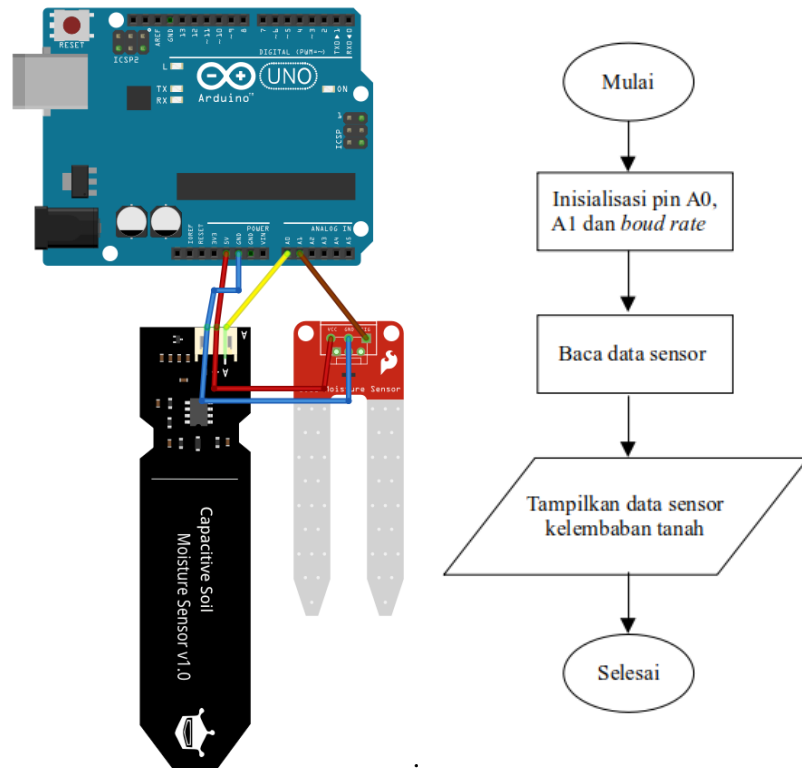


Gambar 1 *Flowchart* penelitian

Kedua sensor memiliki formula yang sama dalam menentukan tingkat kelembabannya, formulanya sebagai berikut

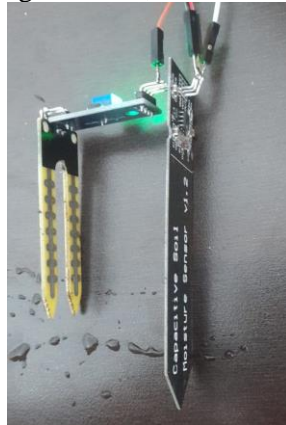
$$\text{Nilai kelembaban} = ((100 - ((\text{res}/1023.00) * 100)); \quad (1)$$

Formula nilai kelembaban diperoleh dari *datasheet* Arduino Uno dengan nilai ADC 10 bit dan nilai maksimum kelembaban 100 diperoleh formula kelembaban di atas. Nilai 100 merupakan nilai maksimum dari nilai suhu dan kelembaban tanah sedangkan *res* adalah variabel dari nilai desimal hasil konversi ADC. Nilai 100 yang dikurangkan dengan nilai variabel yang diperoleh karena secara fisik sensor kelembaban tanah baik yang berjenis kapasitif dan resistif mengukur kelembaban tanah dari bagian bawah badan sensor ke bagian atas sehingga jika tidak dilakukan proses pengurangan nilai 100 data kelembaban tanah yang terbaca akan terbaca terbalik dari 100 sampai 0. Sensor dirancang seperti terlihat pada gambar 2 dan *flowchart* program pada gambar 3, kedua sensor dirancang secara sejajar untuk memperoleh pengukuran yang sama.



Gambar 2 Rancangan sistem sensor Gambar 3 *Flowchart* program

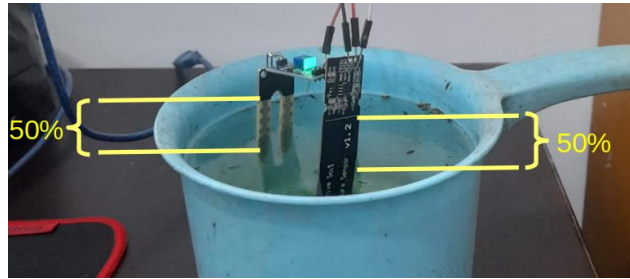
Kedua data kelembaban ditampilkan pada *Serial Plotter* Arduino IDE. *Sampling* data dilakukan dengan beberapa cara sebagai berikut,



Gambar 4 Rancangan cara *sampling* data pertama

Sampling data pertama data kelembaban diperoleh tanpa media tanah seperti terlihat pada Gambar 4, sensor hanya diletakkan begitu saja. Cara ini digunakan untuk memperoleh tingkat kestabilan data sensor ketika tanpa media tanah sebagai objek yang diukur.

Sampling data kedua dengan mencelupkan sensor pada air ke kedalaman mencapai 50% dari bagian sensor seperti terlihat pada Gambar 5. Kedua sensor disusun secara sejajar dari posisi atas agar nilai kelembaban yang diukur sama. Kedalaman 50% dari bagian sensor ini diperkirakan untuk mempermudah melakukan perbandingan nilai kelembaban dari kedua sensor yang idealnya kelembaban yang diukur juga bernilai kurang lebih 50%.



Gambar 5 Rancangan cara *sampling* data kedua

Air sebagai media atau objek yang diukur untuk mempermudah dan memastikan nilai kelembaban yang terukur. Objek yang diukur dari kedua sensor tersebut adalah kadar air yang terkandung pada media tanam berupa tanah, campuran tanah dengan abu sekam atau cocopeat. Jadi penggunaan media air dalam tahap ini adalah untuk memastikan bahwa kadar air 50% juga.

Sampling data ketiga yaitu sensor diletakkan pada media tanam campuran antara tanah dengan abu sekam. Kedua sensor juga dimasukkan ke dalam media sedalam 50% dari bagian sensor.

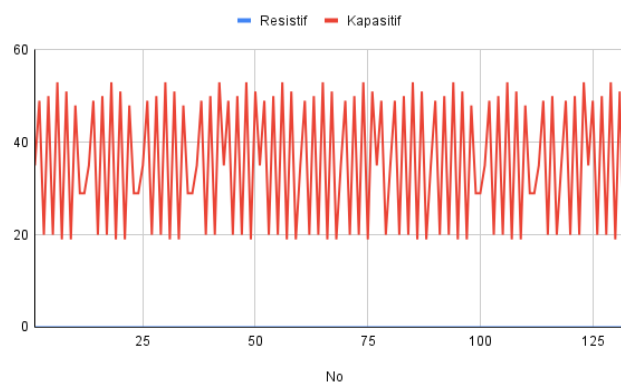


Gambar 6 Rancangan cara *sampling* data ketiga

Nilai kelembaban tanah dari kedua sensor di-*sampling* pada waktu yang sama ditampilkan dalam bentuk grafik untuk memperoleh karakteristik dari masing-masing sensor.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil *sampling* yang pertama dapat dilihat pada Gambar 7, *sampling* data dilakukan setiap satu detik. Grafik bergaris merah untuk data sensor kelembaban tanah jenis kapasitif dan grafik bergaris biru data sensor kelembaban tanah berjenis resistif. Data sensor jenis kapasitif menunjukkan fluktuasi yang signifikan walaupun sensor tidak berada dalam objek ukur sedangkan data sensor jenis resistif menunjukkan data yang stabil dengan nilai kelembaban 0.



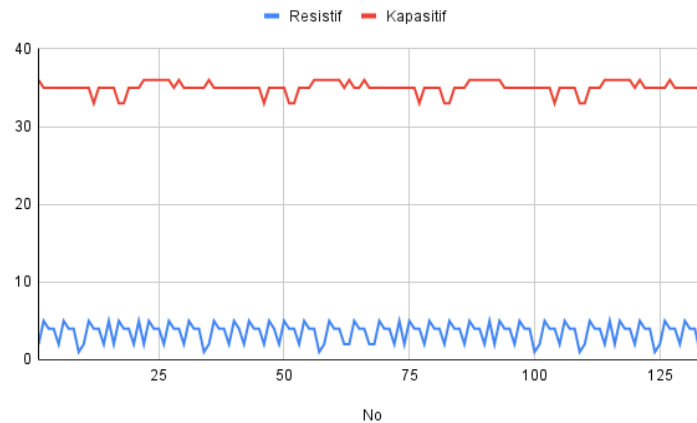
Gambar 7 Hasil *sampling* 1

Kedua data sensor setidaknya menunjukkan nilai kelembaban 0 karena sensor tidak berada dalam objek ukur. Kestabilan data sensor dalam sistem pengukuran sangat penting, data-data sensor digunakan untuk otomasi sistem. Jika data tidak stabil atau mengalami fluktuasi data yang sangat luar biasa maka sistem otomasi juga tidak dapat berjalan dengan baik.



Gambar 8 Hasil *sampling* 2

Data hasil *sampling* yang kedua dapat dilihat pada Gambar 8, fluktuasi data sensor kelembaban tanah jenis kapasitif masih lebih tinggi dibanding dengan data sensor jenis resistif. data menunjukkan nilai kelembaban lebih dari 50% walaupun sensor diletakkan 50% dari total fisik sensor kedalaman air.



Gambar 9 Hasil *sampling* 3

Data hasil *sampling* yang ketiga dapat dilihat pada gambar 9, fluktuasi data sensor kelembaban tanah jenis resistif lebih tinggi dibanding dengan data sensor jenis kapasitif. Data kelembaban lebih mendekati 50% kelembaban ada data sensor jenis kapasitif, hal ini sesuai dengan posisi sensor yang diletakkan 50% bagian sensor pada media tanam. Rata-rata selisih kelembaban tanah yang diperoleh dari 134 data adalah 31,49.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sensor kelembaban tanah jenis resistif datanya lebih stabil dibanding dengan jenis kapasitif jika berada di media air dan udara sedangkan jenis kapasitif lebih stabil jika berada pada media tanah. Tingkat akurasi jenis resistif lebih baik dari jenis kapasitif jika berada di media air dan udara namun sangat kurang ketika berada pada media tanah dengan selisih rata-rata sebesar 31,49 pada 134 sampling data.

5. SARAN

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah penambahan sistem *Internet of Things* (IoT) pada sensor agar data-data kelembaban dari sensor tersimpan dalam *database* serta dapat dilakukan *sampling* data lebih lama dan lebih banyak data kelembaban yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. S. Prasanna Lakshmi, P. N. Asha, G. Sandhya, S. Vivek Sharma, S. Shilpashree, and S. G. Subramanya, "An intelligent IOT sensor coupled precision irrigation model for agriculture," *Meas. Sens.*, vol. 25, p. 100608, Feb. 2023, doi: 10.1016/j.measen.2022.100608.
- [2] Noverta Effendi, Witri Ramadhani, and Fitri Farida, "Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah Berbasis IoT," *J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 91–98, Aug. 2022, doi: 10.37859/coscitech.v3i2.3923.
- [3] A. Y. Prasetya *et al.*, "Sistem Pengendali Suhu Dan Kelembapan Pada Kebun Manggis," vol. 7, no. 1, pp. 23–30, Feb. 2020, doi: 10.21107/simantec.v7i1.6525.
- [4] Fhizyel Nazareta Karel, "Smart Agriculture: Pengendalian Kelembapan dan Suhu Pada Penyiraman Otomatis Tanaman Berbasis IoT," *JATISI J. Tek. Inform. Dan Sist. Inf.*, vol. 9, no. 2, pp. 839–854, Jun. 2022, doi: 10.35957/jatisi.v9i2.1882.
- [5] E. Bwambale, F. K. Abagale, and G. K. Anornu, "Data-Driven Modelling of Soil Moisture Dynamics for Smart Irrigation Scheduling," *Smart Agric. Technol.*, vol. 5, p. 100251, Oct. 2023, doi: 10.1016/j.atech.2023.100251.
- [6] A. A. AlZubi and K. Galyna, "Artificial Intelligence and Internet of Things for Sustainable Farming and Smart Agriculture," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 78686–78692, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3298215.
- [7] J. Du *et al.*, "Assessment of Surface Fractional Water Impacts on SMAP Soil Moisture Retrieval," *IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Obs. Remote Sens.*, vol. 16, pp. 4871–4881, 2023, doi: 10.1109/JSTARS.2023.3278686.
- [8] R. Guluzade, X. Pan, F. Muhammad, and Y. Yang, "Comprehensive Error Analysis of CLDAS Soil Moisture Over Arid and Semiarid Regions," *IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Obs. Remote Sens.*, vol. 16, pp. 4414–4422, 2023, doi: 10.1109/JSTARS.2023.3271512.
- [9] Y. Y. Teh, J. L. Wong, and M. L. Lee, "Effect of fines content on soil moisture responses to wetting & drying cycles," *Phys. Chem. Earth Parts ABC*, vol. 129, p. 103313, Feb. 2023, doi: 10.1016/j.pce.2022.103313.
- [10] Mohammad Narji, Rano Agustino, Dedi Setiadi, and Muhammad Ridwan Effendi, "Simulasi Otomatisasi Sistem Penyiraman Tanaman Menggunakan Moisture Sensor Berbasis Mobile," *J. Teknol. Inform. Komput.*, vol. 8, no. 1, pp. 215–227, Mar. 2022, doi: 10.37012/jtik.v8i1.853.
- [11] R. E. Schattman *et al.*, "Effects of irrigation scheduling approaches on soil moisture and vegetable production in the Northeastern U.S.A.," *Agric. Water Manag.*, vol. 287, p. 108428, Sep. 2023, doi: 10.1016/j.agwat.2023.108428.
- [12] Y. Lai, J. Tian, W. Kang, S. Guo, Y. Zhou, and C. He, "Estimating evapotranspiration from soil moisture using the improved soil water balance method in cold mountainous areas," *J. Hydrol. X*, vol. 20, p. 100154, Aug. 2023, doi: 10.1016/j.hydroa.2023.100154.
- [13] Y. Bai *et al.*, "A Soil Moisture Retrieval Method for Reducing Topographic Effect: A Case Study on the Qinghai–Tibetan Plateau With SMOS Data," *IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Obs. Remote Sens.*, vol. 16, pp. 4276–4286, 2023, doi: 10.1109/JSTARS.2023.3264572.
- [14] Miftahur Rahman, Achmad Ubaidillah, and Hanifudin Sukri, "Desain Alat Portable untuk Merekomendasikan Pemilihan Jenis Tanaman Berdasarkan Keasaman, Suhu, Kelembapan dan Warna

-
- pada Tanah dengan Fuzzy Inference System (FIS) Tipe Mamdani,” *J. Arus Elektro Indones.*, vol. 8, no. 2, pp. 38–38, Aug. 2022, doi: 10.19184/jaei.v8i2.30295.
- [15] H. Yulindoko and V. A. Wardhany, “implementasi monitoring kelembapan dan suhu tanah berbasis wireless mesh sebagai penunjang peningkatan produksi padi,” *J. Teknol. Inf. Dan Terap.*, 2019, doi: 10.25047/jtit.v4i1.18.
- [16] Mochzen Gito Resmi, M. Hafid, and Syahril Zulpria Awaludin, “METODE TECHNIQUE FOR ORDER OF PREFERENCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION DAN MIKROKONTROLER NODE MCU PADA PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN JENIS TANAH BUDIDAYA TANAMAN AQUASCAPE,” *J. Mnemon.*, 2023, doi: 10.36040/mnemonic.v6i2.6082.
- [17] S. K. Risandriya, “Pemantauan dan Pengendalian Kelembapan, Suhu, dan Intensitas Cahaya Tanaman Tomat dengan Logika Fuzzy Berbasis IoT,” *J. Appl. Electr. Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 9–14, Jun. 2019, doi: 10.30871/jaee.v3i1.1394.
- [18] H. Ali, F. B. Adhetya, and N. Hidayat, “Pengukuran Karakteristik Tanah Menggunakan Sensor Berbasis Web dengan Arduino Uno untuk Peningkatan Kualitas Sayuran,” vol. 4, no. 1, pp. 30–36, Jun. 2020, doi: 10.17977/um024v4i12019p030.
- [19] Erwin Dwika Putra, Marissa Utami, and Agastra Galih Setiawan, “Penyiram Tanaman Otomatis Sensor Kelembaban Tanah Y1-39, Y1-69 Dan GSM Shield Atwin Quad-Band,” *IntecomS*, vol. 3, no. 2, pp. 141–151, Nov. 2020, doi: 10.31539/intecomS.v3i2.1517.
- [20] Dwiki Fitrianto and Churnia Sari, “RANCANG BANGUN ALAT UKUR SUHU DAN KELEMBABAN TANAH MENGGUNAKAN ARDUINO UNO DENGAN PERHITUNGAN MAPE (MEAN ABSOLUTE PERCENTAGE ERROR) PADA LAHAN PERKEBUNAN,” *ELECTRA*, vol. 3, no. 01, pp. 19–19, Sep. 2022, doi: 10.25273/electra.v3i01.13642.
- [21] Mina Naidah Gani, Hepi Ludyati, Rifa Hanifatunnisa, Eril Mozef, and Rizqa Nur Ananti, “Sistem Pemantauan Kelembaban Tanah Jarak Jauh Berbasis LoRa Menggunakan Sensor pH dan Kelembaban,” *J. Tek. Media Pengemb. Ilmu Dan Apl. Tek.*, vol. 22, no. 2, pp. 153–161, Nov. 2023, doi: 10.55893/jt.vol22no2.564.
- [22] Charis Fathul Hadi, Hasyim As’ari, and Ikhwanul Qiram, “Monitoring Suhu Dan Kelembapan Tanah Pada Kebun Buah Naga Berbasis Sensor DS18B20 Dan YL69,” *J. Zetroem*, vol. 5, no. 1, pp. 85–88, Apr. 2023, doi: 10.36526/ztr.v5i1.2715.
- [23] Muflih Riyadi, “Sistem Cerdas Untuk Monitoring Pengukuran Suhu Dan Kelembapan Tanah Pada Tanaman Cabai Berbasis Internet Of Things (IOT) Menggunakan Aplikasi Telegram,” *J. Teknol. Elektro*, vol. 14, no. 2, pp. 105–105, Jun. 2023, doi: 10.22441/jte.2023.v14i2.008.
- [24] R. Setiobudio, C. E. Suharyanto, and Cosmas Eko Suharyanto, “Sistem Irigasi Otomatis pada Tanaman Padi Menggunakan Arduino dan Sensor Kelembapan Tanah,” *J. ICT Inf. Commun. Technol.*, vol. 18, no. 1, pp. 1–10, Jul. 2019, doi: 10.36054/jict-ikmi.v18i1.45.