

IMPLEMENTASI ALAT PENYIRAMAN OTOMATIS MENGUNAKAN SENSOR KELEMBABAN TANAH DAN SENSOR SUHU BERBASIS *INTERNET OF THING* PADA TABULAMPOT TIN (*Ficus carica* L)

Lisa Kristina¹, Hermantoro², Teddy Suparyanto³

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut pertanian Stiper
Yogyakarta
Yogyakarta, Jl. Nangka II Maguwoharjo, Depok, Sleman,
Daerah Istimewa Yogyakarta 55282

Email: lisakristina808@gmail.com

ABSTRAK

Penyiraman tanaman secara manual dengan menggunakan gembor kurang efektif karena membutuhkan banyak tenaga dan waktu. Penelitian ini tentang menjaga kelembaban tanah media tanam pada tabulampot tanaman tin dan memantau suhu lingkungan. Penelitian ini dilakukan di Desa Maguwoharjo, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, DIY. Metode penelitian yang digunakan adalah metode *Research and Development* (R & D) yang terdiri dari merancang bangun alat penyiraman otomatis menggunakan sensor kelembaban tanah dan sensor suhu berbasis *internet of thing*, implementasi sistem Smart Agro, dan menganalisis kinerja sistem Smart Agro dengan hasil data pengukuran kelembaban tanah. Tujuan penelitian adalah merancang bangun alat penyiraman otomatis untuk memudahkan dalam mengontrol kelembaban tanah pada tabulampot tanaman tin dan *monitoring* suhu udara dari jarak jauh. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi alat Smart Agro berhasil beroperasi sesuai dengan ketentuan *set point* yang telah ditentukan. Penyiraman dilakukan secara otomatis pada saat kondisi kelembaban tanah <30%. Kendala dalam hal waktu dan tenaga untuk kegiatan penyiraman tanaman tin di tabulampot dapat dilakukan dengan baik oleh alat Smart Agro. Aplikasi Blynk berhasil terkoneksi dengan Smart Agro sehingga dapat memantau kondisi kelembaban tanah dan suhu udara secara *real time* dari jarak jauh menggunakan *smartphone* selama terhubung dengan internet.

PENDAHULUAN

Sebagian besar penduduk Indonesia memiliki kegemaran berkebun dalam tabulampot di rumahnya. Pekebun biasanya melakukan penyiraman secara manual dengan menggunakan gembor. Cara ini kurang efektif karena membutuhkan banyak tenaga dan waktu. Dalam sebuah laporan wawancara dari BBC News Indonesia, salah satu narasumber mengatakan bahwa sebelum pandemi COVID-19 mereka memiliki tanaman namun mati disebabkan tidak di siram karena aktivitas pekerjaan yang sangat sibuk sehingga tidak ada waktu untuk merawat tanamannya (BBC, 2020). Pekebun juga tidak bisa meninggalkan tanaman dalam kurun waktu lama karena tanaman akan kekurangan air lalu mengalami layu hingga menyebabkan kematian.

Oleh karena itu, dalam menjawab permasalahan pemberian air pada media tanam tanaman tin, peneliti akan merancang bangun sebuah sistem monitoring dan kontrol tanaman tin berbasis IoT yang dapat mengontrol dengan parameter kelembapan tanah dan suhu lingkungan yang dapat dilihat dari aplikasi Blynk berbasis Android. Pembacaan parameter adalah hasil pembacaan dari sensor yang diletakan pada tanaman kemudian diproses mikrokontroler dan ditampilkan pada Android. Sistem juga bisa melakukan penyiraman otomatis ketika kondisi tanah mulai kering dan penyiraman secara manual.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada media tanam tabulampot tanaman tin yang akan dilaksanakan di Desa Maguwoharjo, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Penelitian ini dilaksanakan selama 4 bulan yaitu dari bulan April 2022 sampai dengan bulan Juli 2022.

Alat dan Bahan

Pada tahap perancangan sistem Smart Agro alat yang digunakan yaitu laptop, kertas, papan pcb, gergaji, bor mini, solder, obeng, tang, dan lem. Bahan yang digunakan pada tahap ini yaitu sensor *soil moisture*, sensor DHT-22, LCD 20 x 4, RTC, papan PCB, *switch*, *box*, kabel jumper aki, kabel awg 18, dan pin *header female & male*.

Alat yang digunakan pada tahap implementasi yaitu panel surya, baterai 12V 15Ah, pipa irigasi tetes, gentong air 90L, Smart Agro dan *smartphone*. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah salah satu media tanam tabulampot tanaman tin dan air.

PENGAMBILAN DATA

Instrumen eksperimen

Dengan instrumen ini peneliti akan melakukan kalibrasi sensor dan melakukan uji coba membandingkan keluaran nilai ADC (*Analog to Digital Converter*) sensor *soil moisture* dengan nilai kadar air menggunakan metode gravimetri dan sensor DHT-22 dengan *hygrometer*.

Pada tahap ini terdapat 20 sampel tanah yang digunakan sebagai bahan kalibrasi sensor *soil moisture*. Hasilnya dinyatakan dalam persentase air dalam tanah, yang dapat diekspresikan dalam persentase terhadap berat kering dan volume.

Masing-masing dari persentase berat ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

% H₂O berat kering = (berat H₂O/ berat tanah kering oven) x 100%

% H₂O volume = % H₂O berat kering x BD (*bulk density*)

Instrumen test

Tahap ini akan dilakukan *test* pada sistem alat Smart Argo dengan menguji pembacaan sensor kelembaban tanah. Jika kondisi parameter terpenuhi maka sistem irigasi akan berjalan pada alat Smart Argo dan data kondisi kelembaban tanah di lapangan akan ditampilkan pada LCD dan aplikasi Blynk pada *smartphone*.

Instrumen observasi

Pengamatan ini dilakukan untuk memastikan hidupnya *Water Pump* berjalan sesuai dengan kondisi kelembaban tanah yaitu ketika sensor *soil moisture* mendeteksi kelembaban tanah <30%. Data diolah menggunakan *Ms. Excel* yang kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Pengujian yang dilakukan akan menunjukkan hasil yang mendekati kondisi ideal dari tanaman tin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Rancangan Sistem Smart Agro

Hasil rangkaian sensor dan komponen *hardware* yang telah terpasang pada papan PCB kemudian dimasukan pada *box* elektronik. *Box* elektronik berguna sebagai tempat penyimpanan dan pelindung komponen Smart Agro. *Box* elektronik yang digunakan pada sistem Smart Agro memiliki ukuran $P \times L \times T = 18 \times 11 \times 6$ cm.

Tabel 4. 1 Rincian Anggaran Komponen

No.	Peralatan Yang Diperlukan	Volume	Harga Satuan	Jumlah
1	NodeMCU ESP32	1	Rp 77.000	Rp 77.000
2	Sensor Soil Moisture	1	Rp 96.000	Rp 96.000
3	Sensor DHT-22	1	Rp 43.500	Rp 43.500
4	LCD 20 x 4	1	Rp 70.500	Rp 70.500
5	Relay 2 channel	1	Rp 20.000	Rp 20.000
6	RTC DS3231	1	Rp 36.000	Rp 36.000
7	Switch Button	1	Rp 5.000	Rp 5.000
8	Modem WiFi	1	Rp 245.000	Rp 245.000
9	Box	1	Rp 95.000	Rp 95.000
10.	Pompa	1	Rp 75.000	Rp 75.000
11	Paralon air ¾ inchi	4	Rp 30.000	Rp 120.000
12	PCB	1	Rp 100.000	Rp 100.000
13	Jack DC Male/Female	3	Rp 3.000	Rp 9.000
14	Baterai 12V 15AH	1	Rp 300.000	Rp 300.000
15	Panel Surya	1	Rp 175.000	Rp 175.000
		Subtotal		Rp 1.467.000

1. Bahan alat	Rp 1.467.000
2. Administrasi dan lain-lain	Rp 600.000
Total Anggaran	Rp 2.067.000

Implementasi Sistem Smart Agro

Hasil rancangan irigasi otomatis Smart Agro diimplementasikan ke lapangan. Tahap awal pemasangan instalasi listrik yang digunakan yaitu panel surya sebagai penyalur daya untuk penggerak mesin pompa air dan mengaktifkan komponen *hardware* Smart Agro. Kemudian perangkaian instalasi pipa sebagai saluran aliran irigasi. Tahap selanjutnya memasang sensor *soil moisture* pada salah

satu sampel tabulampot tanaman tin untuk mengetahui kadar kelembaban tanah dan sensor DHT-22 pada *box* Smart Agro untuk mengetahui kondisi *temperature*. Setelah itu, pemasangan pompa air yang dimana pompa air dipasangkan didekat gentong air. Sistem irigasi bekerja diawali dengan deteksi pada sensor kelembaban tanah, selanjutnya sistem akan terbaca penurunan kelembaban pada tanah. Setelah terbaca dan diperoleh data hasil dari kelembaban tanah oleh sensor *soil moisture*, sistem akan merespon terhadap data kelembaban tanah. Sistem akan bekerja menghidupkan dan mematikan pompa air melalui *relay* apabila nilai kelembaban telah sesuai dengan pemrograman. Logika perintah pada sistem Smart Agro untuk penyiraman dilakukan pada saat kondisi ketika kadar air dibawah 30%, jika kondisi ini terpenuhi maka penyiraman dilakukan setiap saat. Apabila kelembaban tanah pada tabulampot tanaman tin diatas batas *set point* >30% maka pompa akan mati atau *off*. Untuk menghubungkan sistem Smart Agro ke internet digunakan modem WiFi. Bagian *realtime database* dapat diakses menggunakan aplikasi Blynk berbasis Android. Aplikasi Android ini dapat terhubung dengan sistem melalui jaringan internet sehingga user dapat mengakses akuisisi data dari mana saja selama aplikasi Android dan Smart Agro terkoneksi internet.

Peletakan sensor *soil moisture* berjarak 5 cm dari batang tanaman tin di sebelah kiri dan emitter berjarak 5 cm dari batang tanaman tin di sebelah kanan. Hasil pengukuran waktu pengimplementasi irigasi tetes selama 10 menit menunjukkan penambahan kelembaban tanah menjadi 34% dari kondisi kelembaban tanah awal pada media tanam tabulampot tin sekitar 25% dan hasil uji dengan durasi 15 menit memperoleh nilai sebesar 40%. Kelembaban tanah dari nilai 25% menuju ke 30% membutuhkan waktu 5 menit 36 detik. Peletakan sensor *soil moisture* dengan jarak 20 cm dari emitter menunjukkan nilai yang signifikan bahwa untuk mencapai nilai kelembaban tanah 30% membutuhkan waktu 28 menit namun pembacaan sensor di dekat batang tanam menunjukkan nilai 49% di mana kondisi tanah di sekitar batang tanaman sudah sangat basah. Peletakan sensor *soil moisture* dengan emitter berjarak 20 cm ini tidak dianjurkan karena akan menyebabkan suplai air berlebihan terus-menerus pada media tanam tanaman tin. Akibat dari media tanam yang terlalu lembab, besar kemungkinan akan terjadi pembusukan batang.

Analisis Hasil Data

Data hasil kalibrasi sensor dan pengujian kinerja penerapan alat Smart Agro pada penyiraman tanaman dikumpulkan kemudian diolah menggunakan *Ms. Excel* dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Kegiatan kalibrasi dilakukan untuk penetapan nilai kebenaran dan pengecekan serta pengaturan akurasi dari sensor tersebut dengan standar nasional dan/atau standar internasional. Hasil kalibrasi sensor dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 2 Hasil keluaran sensor *soil moisture* dan kadar air tanah

Nilai ADC Sensor <i>soil moisture</i>	Pengukuran kadar air tanah dengan metode gravimetri (%)
3606	15,7
3526	17,7
3496	18
3465	19,8
3410	21,4
3381	22,5
3352	23,5
3262	26
3198	28,1
3168	29,5
3145	29,8
3129	30,7
3109	31
3086	31,2
3029	34,9
2862	37,7
2844	38,3
2807	40,1
2801	40,4
2770	42,6

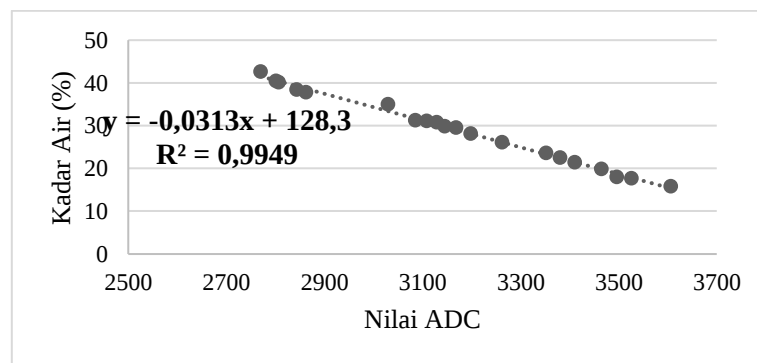
Hasil kalibrasi kelembaban tanah menunjukkan bahwa semakin besar nilai kadar air tanah maka semakin kecil nilai ADC sensor *soil moisture* yang dihasilkan.

penentuan nilai *set point soil moisture* yang tepat untuk acuan mengaktifkan sistem penyiraman dapat dilihat pada tabel 4. 3.

Tabel 4. 3 Set Point Soil Moisture

No	Analisis	Set Point Soil Moisture
1	Kadar Air	Set Point
2	a. Layu Permanen (%) b. Kapasitas Lapangan (%) c. Jenuh (%)	a. 17,12 b. 28,0 - 34,11 c. 54,07

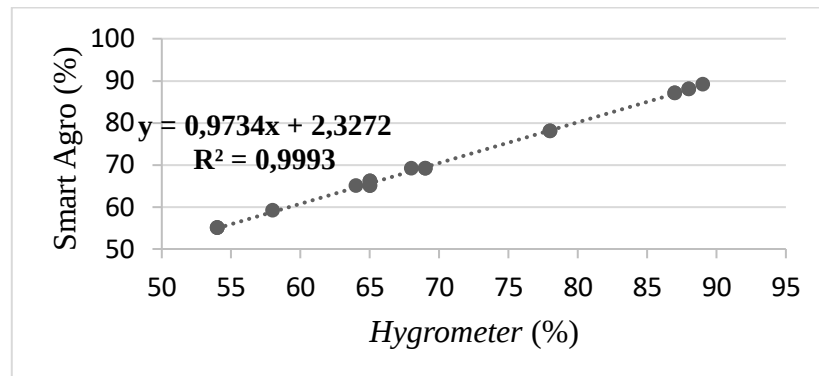
Pada tingkat kelembaban tanah 17% (layu permanen) yaitu nilai ADC yang dihasilkan adalah 3526. Saat tingkat kelembaban tanah 34% (kapasitas lapangan) yaitu nilai ADC yang dihasilkan adalah 3029. Sedangkan pada saat tanah dalam kondisi jenuh 42%, nilai ADC yang dihasilkan adalah 2770.



Gambar 4. 1 Hasil Kalibrasi Sensor Soil Moisture

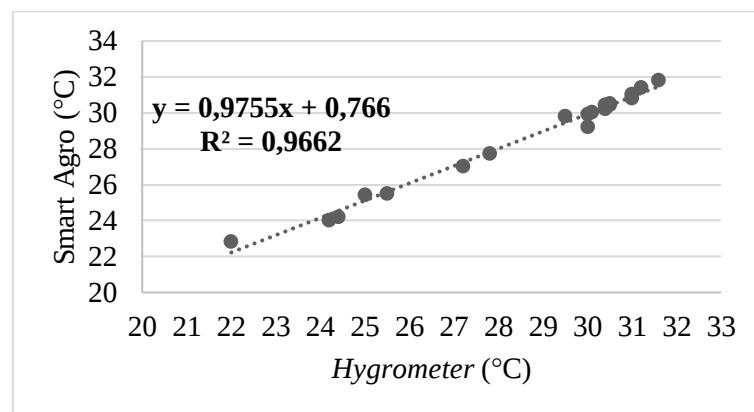
Pada gambar 4.4 menunjukkan hasil pembacaan nilai ADC sensor *capacitive soil moisture* dengan nilai kadar air media tanam menggunakan metode gravimetri dengan hasil pengujian diperoleh $R^2 = 0,9949$.

Setelah melakukan kalibrasi sensor *capacitive soil moisture*, dilanjutkan dengan mengkalibrasi sensor DHT-22. DHT-22 adalah sensor digital kelembaban udara dan suhu relatif.



Gambar 4. 2 Hasil Kalibrasi Sensor Kelembaban Udara DHT-22

Pada gambar 4.5 merupakan hasil pengujian kalibrasi sensor kelembaban udara DHT-22 dengan *hygrometer* dan didapatkan hasil pengujian kalibrasi $R^2 = 0,9993$



Gambar 4. 3 Hasil Kalibrasi Sensor Suhu Udara DHT-22

Pada gambar 4.6 menunjukan hasil pembacaan kalibrasi sensor suhu udara yaitu $R^2 = 0.9662$. Rata-rata selisih hasil pembacaan sensor pada suhu terhadap pembacaan *hygrometer* sangat kecil yaitu sebesar 0,44.

Nilai hasil pengujian R^2 berkisar antara 0 sampai 1. Semakin tinggi nilai R^2 berarti semakin baik model prediksi dari model penelitian yang diajukan (Ghozali, 2016).

Sistem otomatis pada mikrokontroler dapat dikategorikan bekerja dengan baik apabila penyiraman dimulai dan berhenti sesuai dengan kondisi kelembaban tanah yang telah ditentukan. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan hidupnya *water pump* berjalan sesuai dengan kondisi kelembaban

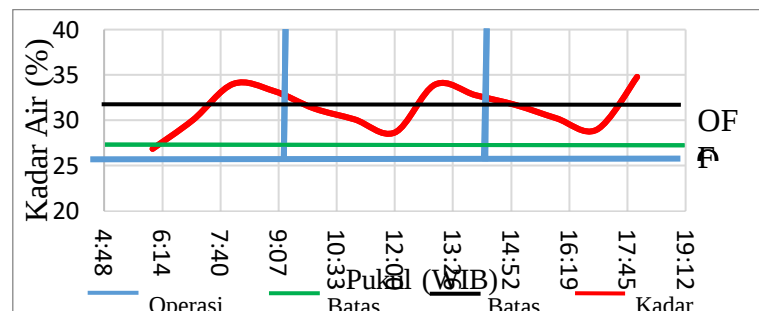
tanah yaitu kondisi rata-rata sensor kelembaban tanah $< 30\%$. *Water pump* akan berhenti ketika sensor membaca kelembaban tanah berada pada *set point* yaitu $> 30\%$. Pengujian sistem otomatis pada pompa melalui mikrokontroler dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 4 Pengujian Sistem Irigasi Otomatis Smart Agro

No	Jam	Soil moisture	Suhu	Kondisi Tanah	Pompa
1	06:00	26%	23°C	Kering	Hidup
2	07:00	30%	24°C	Basah	Mati
3	08:00	34%	26°C	Basah	Mati
4	09:00	33%	28°C	Basah	Mati
5	10:00	31%	30°C	Basah	Mati
6	11:00	30%	31°C	Basah	Mati
7	12:00	28%	32°C	Kering	Hidup
8	13:00	33%	32°C	Basah	Mati
9	14:00	32%	31°C	Basah	Mati
10	15:00	31%	30°C	Basah	Mati
11	16:00	30%	29°C	Basah	Mati
12	17:00	28%	27°C	Kering	Hidup
13	18:00	34%	26°C	Basah	Mati

Berdasarkan tabel 4.3 diperoleh bahwa sistem otomatis Smart Agro berjalan dengan baik. *Water pump* bekerja sesuai dengan program yang telah dibuat yaitu ketika sensor *soil moisture* mendeteksi kelembaban tanah $< 30\%$.

Suhu berpengaruh terhadap kelembaban tanah. Kelembaban tanah sangat dinamis disebabkan oleh penguapan melalui permukaan tanah. Semakin tinggi suhu, maka semakin cepat terjadinya penguapan air di permukaan tanah, karena itulah pada siang hari saat suhu udara tinggi nilai kelembaban tanah terjadi penurunan lebih cepat.



Gambar 4. 4 Grafik Pengujian Sistem Irigasi Otomatis Smart Agro

Adapun pada gambar 4.7 grafik pengujian sistem irigasi otomatis menampilkan bahwa pengujian yang dilakukan menunjukkan hasil yang mendekati kondisi ideal dari tanaman tin pada daerah panas, yang mana suhu ideal pada daerah yang panas dan kering berkisar antara 32-37°C (Saputra, 2020), sedangkan suhu tanaman tin yang terbaca oleh sensor sekitar 27-32°C. Serta kelembapan tanah yang baik berkisar 28-34% sudah sesuai dengan media tanam tanaman tin yang diujikan, yang mana kelembapan tanah pada tanaman tin dijaga agar tidak berada dibawah 30% menggunakan penyiraman otomatis Smart Agro.

Dampak penyiraman tanaman tin berdasarkan kelembaban tanah menggunakan alat Smart Agro dibandingkan melakukan penyiraman secara manual menggunakan gembor maupun penyiraman otomatis dengan *setting timer* (terjadwal) terhadap tanaman tin yaitu alat Smart Agro hanya melakukan penyiraman sesuai *set point* kebutuhan tanaman tin sehingga memudahkan tanaman tin dalam menyerap air dan unsur hara dengan menunjukkan ciri-ciri daun tanaman tin terlihat segar dan berwarna hijau. Batang tanaman berukuran normal, dan banyak menghasilkan buah. Sedangkan dampak tanpa menggunakan sistem alat Smart Agro atau melakukan penyiraman secara manual yaitu ketika pekebun tidak memiliki banyak waktu untuk merawat tanaman maka tanaman tin akan mengalami kekurangan air yang menyebabkan tanaman tin menjadi layu, daun tampak tidak segar dan menjadi mudah rontok. Semakin banyak daun yang rontok maka semakin sedikit dapur tanaman untuk berfotosintesis. Akibat yang paling fatal adalah batang akan ikut mengering lalu tanaman mati. Penyiraman otomatis dengan *setting timer* (terjadwal) kurang efisien pada saat musim penghujan di mana tanah yang sudah basah akibat hujan menjadi semakin basah dikarenakan penyiraman dilakukan berdasarkan jadwal. Pemberian air yang berlebihan ke dalam media tanam tanah tanaman tin dapat menyebabkan tanaman lebih banyak menumbuhkan daun daripada bunga. Bahkan dapat menyebabkan penyakit akar, seperti busuk akar.

kesimpulan

Penyiraman tanaman yang tidak teratur menjadikan tanaman tidak terawat dengan baik karena waktu aktifitas yang padat. Jika penyiraman tanaman tin bisa dilakukan secara otomatis oleh bantuan alat maka akan sangat bermanfaat dan lebih

mempermudah dalam proses perawatan tanaman. Rancang bangun alat penyiraman otomatis menggunakan sensor kelembaban tanah dan sensor suhu berbasis *internet of thing* ini sangat membantu dan alat tersebut dinamakan Smart Agro. Perancangan konsep *prototype* instalasi Smart Agro adalah tahap awal sebagai dasar identifikasi kebutuhan komponen, pembuatan, dan penerapannya. Hasil nilai R^2 pada kalibrasi sensor di atas 0,9 yang mana artinya sensor *soil moisture* dan sensor DHT-22 yang digunakan pada Smart Agro sangat baik. Implementasi alat Smart Agro berhasil beroperasi sesuai dengan ketentuan *set point* yang telah tentukan. Jarak peletakan sensor *soil moisture* yang ideal yaitu 5 cm dari batang tanaman tin dan 10 cm dari emitter. Penyiraman dilakukan secara otomatis pada saat kondisi kelembaban tanah <30%. Hal ini membuktikan bahwa kendala dalam hal waktu dan tenaga untuk kegiatan penyiraman tanaman tin di tabulampot dapat dilakukan dengan baik oleh alat Smart Agro. Aplikasi Blynk berhasil terkoneksi dengan Smart Agro sehingga dapat memantau kondisi kelembaban tanah dan suhu udara secara *real time* dari jarak jauh menggunakan *smartphone* selama terhubung dengan internet.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A., & Haryati, U. (2020). *penetapan kadar air tanah dengan metode gravimetrik*. 131–142.
- Achlison, U., & Rozikin, K. (2021). *Analisis Implementasi Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Udara Berbasis Mikrokontraller*. 1(1), 80–87.
- Adhiguna, R. T., & Rejo, A. (2018). *Teknologi Irigasi Tetes Dalam Mengoptimalkan Efisiensi Penggunaan Air Di Lahan Pertanian*. 107–116.
- Adrian Juniarta Hidayat, Muh & Ahmad Zuli Amrullah. 2022. *Sistem Kontrol Dan Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis Internet Of Things (Iot) Menggunakan Nodemcu Esp32*. Jurnal Saintekom, Vol.12, No.1, Maret 2022.
- Cecep Sulaeman, K. (2010). *Kalibrasi Sensor Temperatur Dengan Metoda Perbandingan Dan Simulasi*. 131–138.
- Ghozali, I. (2016) *Aplikasi Analisis Multivariete Dengan Program IBM SPSS 23*. Edisi 8. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Hidayat, M. A. J., & Amrullah, A. Z. (2022). *Sistem Kontrol Dan Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis Internet Of Things (Iot) Menggunakan Nodemcu Esp32*. Jurnal SAINTEKOM, 12(1), 23–32. <https://doi.org/10.33020/saintekom.v12i1.223>
- Jayanti, K. D. (2017). *Analisis lengas tanah pada tanah regosol*. 14(1).
- Mardiana, Y., & Riska. (2020). *Implementasi Dan Analisis Arduino Dalam*

Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Aplikasi Android. VII(September), 151–156.

Prayitno, W. A., Muttaqin, A., & Syauqy, D. (2017). *Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban, dan Pengendali Penyiraman Tanaman Hidroponik menggunakan Blynk Android*. *Circulation Research*, 110(10), 292–297. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.112.270033>

Puspasari, F., Satya, T. P., Oktawati, U. Y., Fahrurrozi, I., & Prisyanti, H. (2020). *Analisis Akurasi Sistem Sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar*. 1–6.

Saputra, H. M. (2020). *Pemantauan dan Penyiraman Tanaman menggunakan Smartphone Android Plant Monitoring and Watering using Android Smartphone*. November 2019.

Sasmoko, D., & Horman, R. (2020). *Sistem Monitoring aliran air dan Penyiraman Otomatis Pada Rumah Kaca Sistem Monitoring Aliran Air Dan Penyiraman Otomatis Pada Rumah Kaca Berbasis IOT Dengan Esp8266 Dan Blynk*. July. <https://doi.org/10.22373/crc.v4i1.6128>

Sayrif, I., Tahir, T. Bin, & Nurlia. (2022). *Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Dan Pendeteksi Kondisi Tanah Menggunakan Soil Moisture Berbasis Arduino*. January.

Syahbeni, M., Budiman, A., Syelly, R., Laksmana, I., & Hendra. (2018). *Design and Building of Precipitation Detector Device Base on Tipping Bucket Rain Sensor and Arduino Uno*. 1(2), 51–62.

Vaughn E. Hansen, O. W. I. (1992). Dasar-dasar dan praktek irigasi,ed.4. Erlangga

Wakur, J. S. (2015). *Alat Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Arduino Uno*.