



Rancang bangun otomasi kelembaban tanah pada tanaman anggrek menggunakan ESP32 berbasis IoT

ALYA PUTRI YOANDA, PUTRI NUR HIDAYAH KOMARIA, REGI TIA MARGARETA, JUTIRA AYU, DIANA MAULI RAHMA, KHAIRUL SALEH, ASSA'IDAH, DAN FITRI SURYANI ARSYAD*

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya

<p>Kata kunci: Blynk, Internet of Things (IoT), kelembaban tanah, NodeMCU ESP32 sensor <i>capacitive soil moisture</i> SKU:SEN0193</p>	<p>ABSTRAK: Pada proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman dibutuhkan kelembaban tanah yang optimal. Jika tanah kelebihan kadar air akan menyebabkan pembusukan akar, sedangkan jika kekurangan kadar air tanaman tidak dapat berbunga mengalami dehidrasi. Salah satu tanaman yang memerlukan kelembaban tanah yang optimal yaitu tanaman anggrek <i>Cymbidium</i>. Menurut balai penelitian tanaman hias, anggrek dapat tumbuh dengan baik, jika kelembaban tanah berkisar antara 60%-80%. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk merancang bangun otomasi kelembaban tanah untuk tanaman anggrek <i>Cymbidium</i> menggunakan sensor <i>capacitive soil moisture</i> SKU:SEN0193 untuk mendeteksi kelembaban tanah, nodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler berbasis IoT, pompa air mini dc 12 volt sebagai aktuator penyiraman tanaman dan aplikasi blynk untuk memonitoring kelembaban tanah dari jarak jauh. Metode perancangan perangkat keras dan perangkat lunak berhasil dilakukan berjalan sesuai dengan program yang telah dibuat, dibuktikan pada pengujian kinerja alat pompa hidup jika kelembaban tanah <60% dan mati jika kelembaban tanah >80%. Penelitian ini berhasil mengembangkan rancang bangun otomasi kelembaban tanah dengan memperoleh hasil pengujian alat menggunakan sensor <i>capacitive soil moisture</i> SKU:SEN0193 yang memenuhi standar validitas <i>instrument</i> dengan nilai rata-rata akurasi 98,76%, presisi 99,22%, dan <i>error</i> sebesar 0,45 % serta aplikasi blynk dapat menampilkan nilai <i>output</i> secara <i>realtime</i>.</p>
<p>Keywords: Blynk, Internet of Things (IoT) soil moisture, NodeMCU ESP32, capacitive soil moisture sensor SKU:SEN0193</p>	<p>ABSTRACT: In the process of plant growth and development, optimal soil moisture is required. Excessive soil moisture can lead to root decay, while insufficient soil moisture can cause dehydration and prevent plants from flowering. One plant that requires optimal soil moisture is the <i>Cymbidium</i> orchid. According to the Ornamental Plant Research Institute, orchids can thrive when the soil moisture ranges from 60%-80%. Therefore, this study was conducted to design an automated soil moisture system for <i>Cymbidium</i> orchids using a capacitive soil moisture SKU:SEN0193 to detect soil moisture, the NodeMCU ESP32 as an IoT-based microcontroller, a mini DC 12 volt water pump as the plant irrigation actuator, and the Blynk application for remote soil moisture monitoring. The hardware and software design methods were successfully implemented according to the programmed specifications, as evidenced by the performance testing of the pump, which turns on when the soil moisture is below 60% and turns off when the soil moisture is above 80%. This research successfully developed the design of an automated soil moisture system, obtaining test results using the capacitive soil moisture sensor SKU:SEN0193 that meet instrument validity standards, with an average accuracy of 98.76%, precision of 99.22%, and an error rate of 0.45%. Additionally, the Blynk application can display real-time output values.</p>

1 PENDAHULUAN

Pada era modern ini, kemajuan teknologi telah membawa perubahan yang signifikan dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Salah satu

perkembangan teknologi adalah *Internet of Things* (IoT) yang memanfaatkan konektivitas internet dengan menghubungkan berbagai objek, sensor, dan perangkat yang dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari [1]. Teknologi IoT memiliki po-

* Corresponding Author: fitri_suryani@unsri.ac.id

tensi besar untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pekerjaan manusia bahkan telah banyak diterapkan di berbagai sektor, salah satunya pada sektor pertanian dalam perawatan tanaman. Sensor-sensor yang bekerja dengan teknologi IoT mampu mendeteksi banyak hal sesuai dengan kebutuhan, salah satunya dapat mendeteksi kelembaban tanah [2]. Hal ini dapat membantu untuk memonitoring kelembaban tanah serta proses penyiraman pada tanaman, seperti tanaman anggrek. Indonesia memiliki banyak sekali jenis anggrek, salah satunya anggrek tanah *Cymbidium*. Pertumbuhan tanaman anggrek *Cymbidium* sangat bergantung pada kadar air yang tepat karena jika kelebihan air akan menimbulkan jamur serta bakteri lain yang menyebabkan busukan akar, sedangkan jika kekurangan air anggrek tidak dapat berbunga dan mengalami dehidrasi [3]. Menurut Balai penelitian tanaman hias, anggrek dapat tumbuh dengan baik jika kelembaban tanah berkisar antara 60%-80%. Kelembaban tanah bernilai 60% dianggap sebagai batas antara lembab dan kering yang menjadi titik kritis bagi tanaman anggrek [4].

Terdapat beberapa penelitian untuk mendeteksi kelembaban tanah salah satunya dilakukan oleh [5] Universitas Diponegoro menggunakan sensor soil moisture YL-69 yang mendeteksi kelembaban tanah, NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler dan telegram sebagai *monitoring*. Penelitian serupa juga dilakukan di Universitas Duta Bangsa Surakarta oleh [6] menggunakan sensor soil moisture YL-69 dengan Arduino R3 sebagai mikrokontrolernya. Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan penulis ingin merancang sistem otomasi kelembaban tanah untuk tanaman anggrek menggunakan NodeMCU ESP32 yang menjadi mikrokontroler sekaligus konfigurasi terhadap aplikasi Blynk melalui IoT. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran *sensor capacitive soil moisture* SKU:SEN0193 akan dikirimkan melalui IoT. Lalu, data akan tampil pada aplikasi Blynk dan LCD (*Liquid Crystal Display*). Jika kelembaban tanah yang terbaca <60 % maka pompa air mini dc 12 volt akan *on*, sedangkan jika kelembaban tanah >80% maka pompa air mini dc 12 volt akan *off*. Pengguna dapat memonitoring kelembaban tanah dan melakukan penyiraman dari jarak jauh tanpa harus menyiram secara manual.

2 METODE PENELITIAN

Perancangan Perangkat Keras Otomasi Kelembaban Tanah

Gambar 1 menunjukkan Perancangan perangkat keras sistem otomasi kelembaban tanah. Peranca-

ngan itu menggunakan sensor *capacitive soil moisture* SKU:SEN0193 sebagai pendeteksi kelembaban tanah. Kemudian data yang dideteksi sensor akan ditransmisikan ke blynk sebagai aplikasi yang memonitoring alat dengan menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler yang mengirimkan data dari sensor melalui IoT. Setelah data diperoleh, data akan tampil di LCD lalu relay akan mengaktifkan pompa dan melakukan penyiraman jika kelembaban tanah <60% dan menonaktifkan pompa jika kelembaban tanah >80%. Data yang telah diperoleh akan tersimpan di aplikasi blynk dan kelembaban tanah dapat dimonitoring dari jarak jauh. Untuk skematik rangkaian mikrokontroler sistem otomasi kelembaban tanah ditunjukkan pada Gambar 2 yang merupakan skematik dibuat sebagai *prototype* awal yang dibuat untuk memudahkan ketika merancang rangkaian mikrokontroler sistem otomasi kelembaban tanah.

Perancangan Perangkat Lunak Otomasi Kelembaban Tanah

Perancangan *software* pada penelitian ini menggunakan yaitu *software* Arduino IDE digunakan untuk merancang dan meng-*upload script* program yang akan mengintegrasikan mikrokontroler NodeMCU ESP32 ke Blynk dan alat dapat bekerja sesuai dengan keinginan penulis untuk mendeteksi kelembaban tanah yang terhubung ke WiFi (*Internet of Things*). Sedangkan aplikasi Blynk digunakan untuk menyimpan, mengolah data dan memonitoring rancang bangun otomasi kelembaban tanah dari jarak jauh melalui WiFi (*Internet of Things*).

Gambar 3 merupakan digram alir sistem otomasi kelembaban tanah. Langkah pertama dilakukan inisialisasi SSID dan *password* serta *author token* blynk yang diperoleh dari *template website* blynk. Lalu, menghubungkan ke jaringan internet dan blynk. Jika tidak terhubung ke internet dan blynk, maka akan kembali menghubungkan ke internet dan blynk sampai terhubung. Jika telah terhubung ke internet dan blynk maka akan lanjut membuat *fitur monitoring* di aplikasi blynk. Selanjutnya, membuat program pada Arduino IDE untuk menghubungkan NodeMCU ESP32 ke blynk. Blynk akan menerima data untuk memonitoring. Setelah program di *upload* dan berjalan, blynk akan menerima data untuk memonitoring sensor *capacitive soil moisture*. Jika kelembaban tanah kurang dari <60 % maka relay akan ON dan pompa air akan ON untuk melakukan penyiraman. Jika hasil data sensor kelembaban tanah yang diperoleh lebih dari >80 % maka relay akan OFF dan pompa air akan OFF. Setelah data pengukuran kelembaban tanah memenuhi salah

satu kondisi, maka NodeMCU ESP32 akan mengirimkan data ke blynk.

Penggabungan Rangkaian Otomasi Kelembaban Tanah

Saat ingin merangkai sistem otomasi kelembaban tanah dilakukan terlebih dahulu pengecekan terhadap komponen yang akan digunakan. Hal ini dilakukan untuk menghindari kesalahan dan kerusakan pada setiap komponen. Setelah dilakukan pengecekan dan seluruh komponen perangkat berfungsi dengan baik, maka dilakukan proses merangkai otomasi kelembaban tanah dapat dilihat pada tabel 1.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 4 merupakan hasil perancangan *hardware* sistem otomasi kelembaban tanah yang terdiri dari sensor *capacitive soil moisture* SKU:SEN0193, NodeMCU ESP32, LCD I2C 20 x4, relay 5 volt, pompa air mini dc 12 volt, dan selang. Terdapat juga akrilik berbentuk balok dengan Panjang 100 cm, lebar 80 cm, dan tinggi 80 cm. Cara kerja dari alat ini yaitu, setelah NodeMCU ESP32 diaktifkan menggunakan adaptor yang dihubungkan ke sumber tegangan listrik maka alat akan mulai bekerja sesuai dengan instruksi program *software* yang telah diupload dan ditanamkan pada perangkat *hardware*. Sensor *capacitive soil moisture* SKU:SEN0193 akan mendeteksi data kelembaban tanah. Lalu, data tersebut akan dikirimkan ke aplikasi blynk untuk monitoring melalui WiFi (*Internet of Things*) menggunakan NodeMCU ESP32. Setelah data diperoleh, data akan tampil di LCD serta di aplikasi blynk. Apabila sensor menghasilkan nilai kelembaban tanah <60% maka relay akan ON dan pompa air akan ON untuk melakukan penyiraman. Akan tetapi, jika nilai kelembaban tanah lebih dari >80% maka relay akan OFF dan pompa akan OFF.

Gambar 5 merupakan tampilan monitoring kelembaban tanah pada website dan aplikasi blynk. Dari hasil perancangan sistem otomasi kelembaban tanah, sebelum alat tersebut digunakan diperlukan pengujian kinerja pompa, pengujian jarak komunikasi WiFi nodeMCU ESP32, pengujian karakteristik alat menggunakan sensor *capacitive soil moisture* SKU:SEN0193, dan pengujian validasi data pada blynk, *serial monitor*, dan LCD.

Pengujian Nilai Sensor *Capacitive Soil Moisture* SKU:SEN0193 Terhadap Kinerja Pompa

Pengujian nilai sensor *capacitive soil moisture* SKU:SEN0193 dilakukan untuk mengetahui apakah

pompa bekerja dengan baik atau tidak sesuai dengan *script* program. Jika nilai kelembaban tanah yang dihasilkan sensor kurang dari <60 % maka status pompa akan hidup, sedangkan jika nilai sensor lebih dari >80% maka status pompa akan mati. Berikut Tabel II merupakan hasil pengujian kinerja pompa.

Tabel 2 merupakan hasil pengujian kinerja pompa yang menyatakan bahwa pompa bekerja dengan baik sesuai dengan program yang dibuat pada Gambar 6 nilai kelembaban tanah 58.03 %, 50.04 %, 48.77 % status pompa hidup karena kondisi tanah pada tanaman kering, membutuhkan penyiraman. Jika kekurangan kadar air maka angrek tidak dapat berbunga dan akan mengalami dehidrasi. Kelembaban tanah 78.07 %, 75.14 %, 84.05 %, 62.49 %, 65.67 %, 72.16 %, 81.29 % status pompa mati karena kondisi tanah pada tanaman masih lembab. jika kelebihan kadar air maka akan menimbulkan jamur serta jenis bakteri lain yang menyebabkan kebusukan pada akarnya [3] .

Dapat dilihat pada Gambar 6 merupakan potongan program alat otomasi kelembaban tanah pada Arduino IDE yang menjelaskan perintah jika kelembaban tanah kurang dari <60% maka pompa akan hidup dan akan melakukan penyiraman untuk tanaman angrek. Akan tetapi, jika kelembaban tanah lebih dari >80% maka pompa akan mati dan tidak melakukan penyiraman.

Pengujian Jarak Komunikasi *Hotspot Smartphone* terhadap WiFi NodeMCU ESP32

Pengujian jarak komunikasi WiFi NodeMCU ESP32 dilakukan untuk mengetahui seberapa besar *delay* pengiriman data pada *serial monitor* dan pengiriman data pada blynk sesuai dengan nilai yang dihasilkan dari sensor *capacitive soil moisture* SKU:SEN0193. Pengujian dilakukan dengan *range* 5 meter dan kondisi jaringan yang stabil dari *hotspot smartphone* dengan membandingkan waktu pengiriman data pada *serial monitor* dengan waktu pengiriman data pada blynk. Dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 menyatakan hasil pengujian jarak komunikasi *hotspot smartphone* terhadap WiFi nodeMCU ESP32. Pengiriman data dari sensor *capacitive soil moisture* SKU:SEN0193 telah berjalan sesuai perintah dari program yang telah dibuat pada *software* Arduino IDE, dimana pada program pengiriman data pada *serial monitor* dituliskan di bagian atas sebelum baris perintah pembacaan data pada aplikasi blynk. Oleh karena itu, waktu pengiriman data akan lebih cepat di *serial monitor* dibandingkan aplikasi blynk dengan perbandingan waktunya

sebanyak 2 detik. Jarak komunikasi maksimum *hotspot smartphone* dengan WiFi NodeMCU ESP32 berdasarkan hasil uji sejauh 15 meter [7]. Pada jarak 0-15 meter *delay* atau perbandingan waktu kirim pada *serial monitor* dengan blynk adalah 2 *sekon*. Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa apabila alat otomasi kelembaban tanah masih dalam jangkauan *hotspot smartphone* dengan kondisi jaringan stabil maka pengiriman data akan memiliki *delay* yang sama dan pengiriman datanya akan disesuaikan dengan program yang telah dibuat. *Delay* pengiriman data akan mempunyai hasil yang berbeda jika kondisi sinyal tidak stabil, maka semakin buruk sinyal *hotspot smartphone* yang terhubung pada alat maka *delay* pengiriman data akan semakin besar.

Pengujian Karakteristik Alat Sistem Otomasi Kelembaban Tanah

Pengujian karakteristik alat yang telah dirancang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar akurasi, presisi, dan *error* dari alat rancang bangun otomasi kelembaban tanah menggunakan sensor *capacitive soil moisture* SKU:SEN0193, agar data yang diperoleh dari alat tersebut teruji akurat. Pengujian alat dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran nilai kelembaban tanah pada alat yang telah dirancang dengan hasil pengukuran nilai kelembaban tanah pada alat pembanding yaitu *Soil pH Moisture Meter* VT-05. Pengambilan data pada alat yang telah dirancang dilakukan sebanyak 10 kali perulangan untuk mengetahui ketelitian alat di laboratorium elektronika. Pengujian karakteristik alat sistem otomasi kelembaban tanah dilakukan dengan menghitung data yang diambil untuk mendapatkan nilai rata-rata, bias, standar deviasi, akurasi, presisi, dan *error*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah alat tersebut memenuhi standar validitas instrument yang berlaku.

Berdasarkan Tabel 4 didapatkan hasil pengujian karakteristik alat otomasi kelembaban tanah menggunakan sensor *capacitive soil moisture* SKU:SEN0193 dengan nilai rata-rata bias sebesar 0,29, nilai rata-rata standar deviasi sebesar 0,17, nilai rata-rata akurasi sebesar 98,76 %, nilai rata-rata presisi sebesar 99,22 %, dan *error* sebesar 0,45 % . Dapat disimpulkan bahwa alat otomasi kelembaban tanah menggunakan sensor *capacitive soil moisture* SKU:SEN0193 dengan alat pembanding *Soil pH-Moisture* VT-05 memperoleh nilai rata-rata bias sebesar 0,29 dimana semakin kecil nilai bias maka semakin tinggi akurasi dan presisi yang dihasilkan .Oleh karena itu, alat telah memenuhi standar validitas instrument pengukuran dengan nilai standar de-

viasi kurang dari 2, nilai akurasi, presisi lebih dari 95% dan nilai *error* kurang dari 5 % [8]. Uji karakteristik sensor *capacitive soil moisture* SKU:SEN0193 telah memenuhi standar validasi instrument yang baik, salah satunya dikarenakan sensor tersebut terbuat dari material bahan keramik Aluminium Oksida (Al_2O_3) yang mampu merespon perubahan kapasitansi secara stabil ketika terjadinya perubahan pada kelembaban tanah. Ketika tanah dalam kondisi kering, pori-pori tanah diisi dengan udara maka kapasitansi pada sensor menurun dikarenakan udara memiliki nilai dielektrik yang lebih rendah daripada air dan memungkinkan sensor untuk menyimpan sedikit muatan listrik. Sebaliknya, ketika tanah dalam kondisi basah maka kapasitansi pada sensor meningkat karena air memiliki nilai dielektrik yang lebih tinggi daripada udara dan memungkinkan untuk menyimpan banyak muatan listrik. Sensor *capacitive soil moisture* akan mengukur perubahan kapasitansi dan mengkonversinya menjadi nilai yang akan menunjukkan sejauh mana tingkat kelembaban tanah pada saat itu [9].

Gambar 7 merupakan grafik perbandingan nilai kelembaban tanah sensor *capacitive soil moisture* SKU:SEN0193 terhadap nilai kelembaban tanah *soil pH moisture meter* VT-05 yang menunjukkan nilai korelasi sangat kuat sebesar 0,996 mendekati nilai 1 yaitu didapat dari perhitungan korelasi yaitu $y = 0,9986x + 0,3753$ dan garis linearitas putus-putus berwarna merah [8]. Dapat disimpulkan bahwa nilai kelembaban tanah yang diperoleh dari alat otomasi kelembaban tanah yang telah dirancang menggunakan sensor *capacitive soil moisture* SKU:SEN0193 berbanding lurus sejalan dengan nilai yang diperoleh dari alat *soil pH moisture meter* VT-05.

Pengujian Validasi Data Kelembaban Tanah pada Blynk, Serial Monitor, dan LCD

Pengujian validasi data kelembaban tanah pada blynk, *serial monitor*, dan LCD dilakukan untuk mengetahui apakah data hasil *output* yang tampil pada blynk, *serial monitor*, dan LCD memiliki nilai kelembaban tanah yang sama atau berbeda. Jika data hasil *output*nya sama, maka program Arduino IDE dan program *datastreams* pada aplikasi blynk berhasil.

Tabel 5 menyatakan bahwa data kelembaban tanah pada blynk, *serial monitor*, dan LCD memiliki nilai yang sama, dimana program yang dirancang pada mikrokontroler NodeMCU ESP32 melalui aplikasi Arduino IDE telah berjalan dengan baik dan dapat mengirimkan data kelembaban tanah yang sesuai ke aplikasi blynk secara *real time*. Akan tetapi, data kelembaban tanah dilakukan pembulatan pada

data *serial monitor* dan LCD menjadi 4 angka penting, sedangkan pada aplikasi blynk di data *csv* memiliki nilai 5 angka penting.

Gambar 8 merupakan tampilan *report* data kelembaban tanah di aplikasi blynk dalam bentuk *file csv excel*, di mana nilai kelembaban tanah yang dihasilkan 79.516 % sama dengan nilai pada *serial monitor* dan LCD, hanya saja di data *csv* memiliki nilai 5 angka penting dan dibulatkan menjadi 79.52%.

Gambar 9 merupakan tampilan kelembaban tanah pada *serial monitor*, nilai yang dihasilkan 79.52% sama dengan nilai kelembaban tanah pada blynk dan LCD yaitu memiliki nilai 4 angka penting.

Gambar 10 merupakan tampilan kelembaban tanah di LCD, dimana nilai kelembaban tanah yang dihasilkan 79.52 % sama dengan nilai kelembaban tanah pada blynk dan LCD yaitu memiliki nilai 4 angka penting.

4 KESIMPULAN

Sistem otomasi kelembaban tanah telah dirancang menggunakan sensor *capacitive soil moisture* SKU: SEN0193, relay 5 volt, pompa air mini dc 12 volt, dan mikrokontroler NodeMCU ESP32 berbasis IoT memperoleh hasil yang baik dengan nilai rata-rata akurasi sebesar 98,76%, nilai rata-rata presisi sebesar 99,22%, dan *error* sebesar 0,45%. Berdasarkan hasil uji karakteristik tersebut dapat disimpulkan bahwa alat sistem otomasi kelembaban tanah telah memenuhi standar validitas *instrument* pengukuran dengan nilai akurasi, presisi lebih dari 95% dan nilai *error* kurang dari 5 %. Sistem otomasi kelembaban tanah bekerja dengan baik dimana data hasil pengukuran kelembaban tanah tersimpan dan dapat di *download* dalam format *csv* serta notifikasi aktivitas pompa penyiraman dapat di *monitoring* dari jarak jauh secara *real time* menggunakan aplikasi blynk dengan NodeMCU ESP 32 sebagai mikrokontroler berbasis *Internet of Things*.

REFERENSI

- [1] I. Romli, K. L. Nong Hugo, and I. Afriantoro, "Perancangan dan Implementasi Smart Garden Berbasis internet of Things (IoT) pada Perumahan Central Park Cikarang," *Indonesian Journal of Business Intelligence (IJUBI)*, vol. 4, no. 2, p. 42, Dec. 2021, doi: 10.21927/ijubi.v4i2.1974.
- [2] N. Nasution and M. arief Hasan, "IoT Dalam Agrobisnis Studi Kasus : Tanaman Selada Dalam Green House," *IT JOURNAL RESEARCH AND DEVELOPMENT*, vol. 4, no. 2, Oct. 2019, doi: 10.25299/itjrd.2020.vol4(2).3357.
- [3] A. P. Sabatini, E. Nurcahyani, Yulianty, and R. Agustriana, "Respon Planlet Anggrek *Cattleya* sp. Hasil Seleksi In Vitro Terhadap Cekaman Kekeringan dengan Polietilenglikol (PEG) 6000," 2022.
- [4] Marni, H. Harijanto, E. Labiro, and A. Wahid, "Kondisi Fisik Habitat Anggrek Tanah pada Beberapa Ketinggian Tempat di Kawasan Taman Nasional Lore Lindu Desa Sintuwu Kecamatan Paalolo Kabupaten Sigi," *Jurnal Ilmiah kehutanan*, vol. 10, no. 2, pp. 79–86, 2022.
- [5] A. Priyono and dan Pandji Triadyaksa, "Sistem Penyiram Tanaman Cabai Otomatis Untuk Menjaga KelembabanTanah Berbasis ESP8266," *Jurnal Berkala Fisika*, vol. 23, no. 3, pp. 91–100, 2020.
- [6] M. H. Rifai, N. Vera, N. Sekar, S. Dewi, and R. R. Narfandi, "Prototipe Alat Pengukur Kelembaban Tanah Berbasis Sensor Media Tanaman Padi," *Jurnal ELTI*, vol. 5, no. 1, pp. 16–21, 2023, [Online]. Available: <https://ojs.politeknikjambi.ac.id/elti>
- [7] T. Anto *et al.*, "Perancangan Thermometer Infrared Otomatis Berbasis IoT menggunakan Jaringan Internet untuk Pendataan Suhu dan Pelacakan Pengunjung," *Jurnal JARKOM*, vol. 09, no. 01, pp. 50–58, 2021.
- [8] Riyanto, *Validasi & Veritifikasi Metode Uji*. Yogyakarta: deepublish, 2014.
- [9] J. R. McGhee, J. S. Sagu, D. J. Southee, P. S. A. Evans, and K. G. Upul Wijayantha, "Printed, fully metal oxide, capacitive humidity sensors using conductive indium tin oxide inks," *ACS Appl Electron Mater*, vol. 2, no. 11, pp. 3593–3600, Nov. 2020, doi: 10.1021/acsaelm.0c00660.

LAMPIRAN

Table 1. Pin-Pin yang digunakan pada rangkaian

NodeMCU ESP32	Sensor <i>Capacitive Soil Moisture</i> SKU:SEN0193	Relay	LCD I2C 20x4
	-	VCC	VCC
3V3	Jumper Merah (+)	-	-
Ground	Jumper Hitam (-)	Ground	Ground
D15 (GPIO 15)	-	IN3	-
D21 (GPIO 21)	-	-	SDA
D21 (GPIO 22)	-	-	SCL
D35 (GPIO 35)	Jumper Biru (A output)	-	-

Table 2. Hasil Pengujian Nilai Sensor *Capacitive Soil Moisture* SKU:SEN0193 terhadap Kinerja Pompa

No.	Tanggal	Waktu	Kelembaban Tanah (%)	Status Pompa	Ket.
1	25/12/2023	10:31	78.07	Mati	Berhasil
2	25/12/2023	10:42	58.03	Hidup	Berhasil
3	25/12/2023	10:46	75.14	Mati	Berhasil
4	25/12/2023	10:49	84.05	Mati	Berhasil
5	25/12/2023	10:55	50.04	Hidup	Berhasil
6	25/12/2023	11:01	62.49	Mati	Berhasil
7	25/12/2023	11:07	65.67	Mati	Berhasil
8	25/12/2023	11:14	72.16	Mati	Berhasil
9	25/12/2023	11:21	81.29	Mati	Berhasil
10	25/12/2023	11:30	48.77	Hidup	Berhasil

Table 3. Hasil Pengujian Jarak Komunikasi *Hotspot Smartphone* terhadap WiFi NodeMCU ESP32

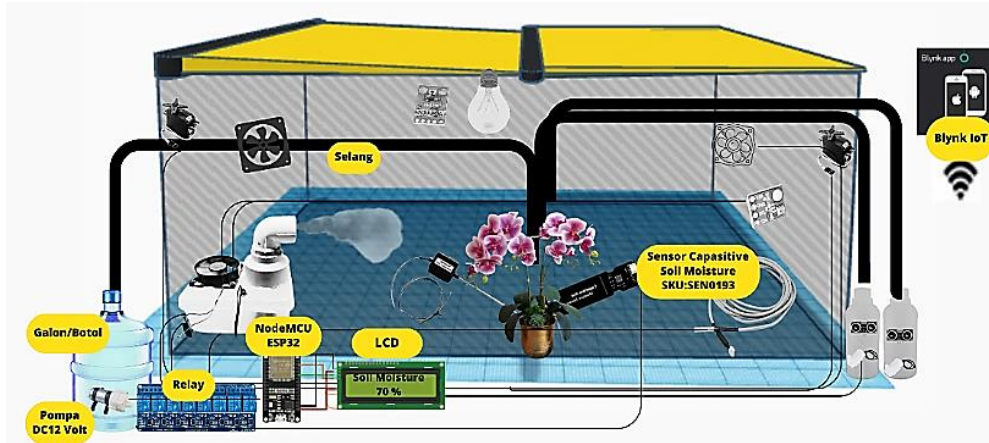
No.	Jarak WiFi dengan Alat (m)	Waktu Kirim Data ke Blynk	Waktu Kirim Data ke Serial monitor	Delay (s)
1	0	09:26:05	09:26:03	2
2	5	09:29:52	09:29:50	2
3	10	09:33:39	09:33:37	2
4	15	09:37:26	09:37:25	2
5	20	Koneksi Terputus	Koneksi Terputus	-
6	50	Koneksi Terputus	Koneksi Terputus	-

Table 4. Hasil Pengujian Karakteristik Alat Sistem Otomasi Kelembaban Tanah menggunakan Sensor *Capacitive Soil Moisture* SKU:SEN0193

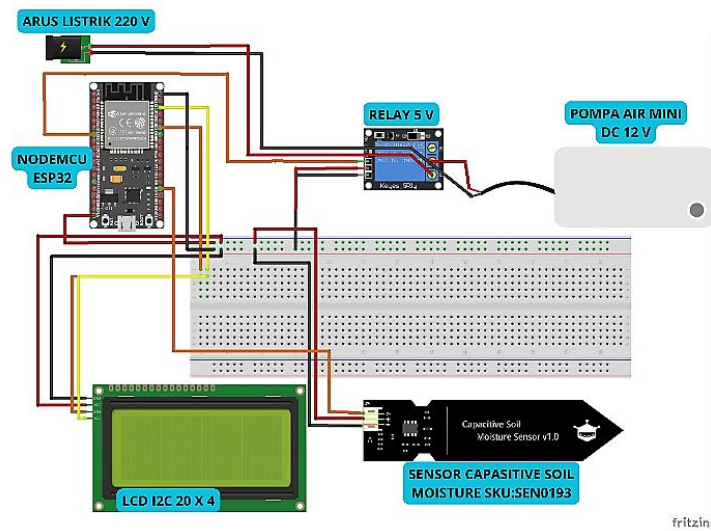
No.	Kelembaban Tanah	Rerata Kelembaban Tanah	Bias	Standar Deviasi	Akurasi (%)	Presisi (%)	Error (%)
	Soil pH Moistturer Meter VT-05 (%)	Sensor <i>Capacitive Soil Moisture</i> SKU:SEN0193 (%)					
1	48	48,53	0,53	0,18	97,76	98,87	1,10
2	50	50,08	0,08	0,08	99,38	99,53	0,15
3	58	58,22	0,22	0,16	98,77	99,15	0,38
4	63	63,12	0,12	0,38	98,00	98,20	0,19
5	65	65,64	0,64	0,08	98,66	99,64	0,98
6	72	71,94	0,06	0,15	99,29	99,37	0,08
7	75	75,63	0,63	0,28	98,04	98,88	0,83
8	78	78,16	0,16	0,08	99,49	99,69	0,21
9	81	81,33	0,33	0,21	98,81	99,22	0,40
10	84	84,19	0,19	0,10	99,42	99,65	0,23
Rata-rata			0,29	0,17	98,76	99,22	0,45

Table 5. Hasil Pengujian Validasi Data Kelembaban Tanah pada Blynk, Serial Monitor, dan LCD

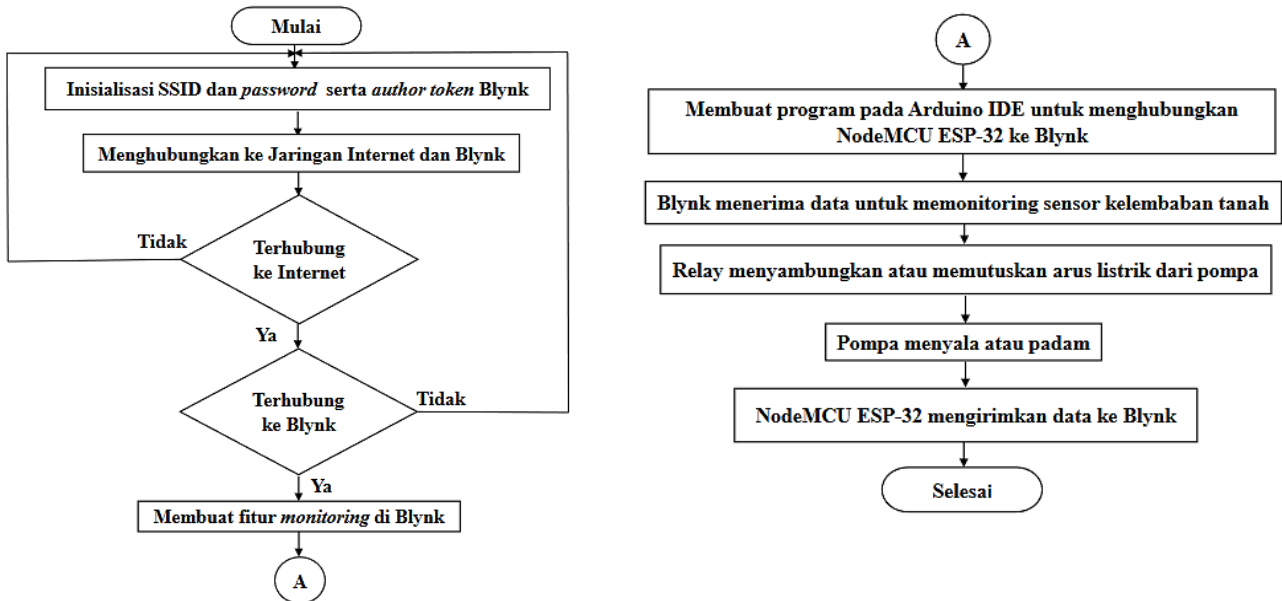
No.	Kelembaban Tanah di (%)			Keterangan
	Blynk	Serial Monitor	LCD	
1	79,833	79,83	79,83	Valid
2	79,467	79,47	79,47	Valid
3	79,516	79,52	79,52	Valid



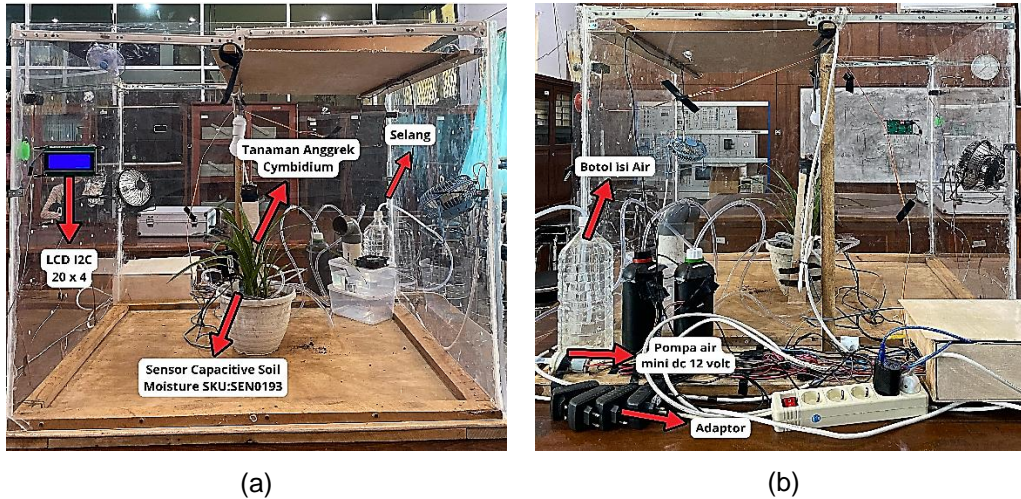
Gambar 1. Desain sistem otomasi kelembaban tanah



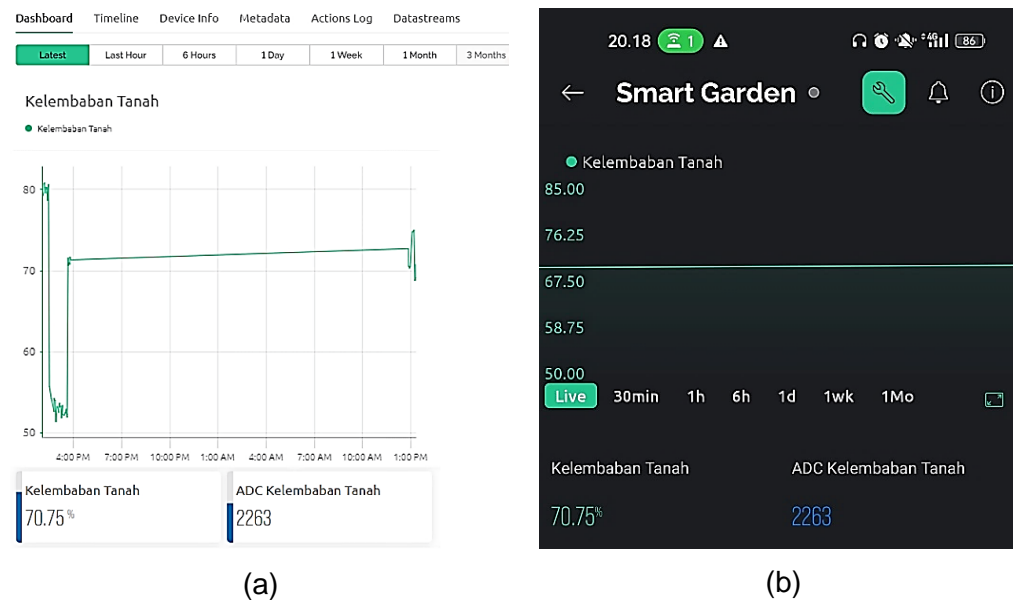
Gambar 2. Skematik Rangkaian Mikrokontroler



Gambar 3. Diagram alir sistem otomasi kelembaban tanah



Gambar 4. (a) Hasil Perancangan *Hardware* Alat Sistem Otomasi Kelembaban Tanah Tampak Depan (b) Tampak Belakang.

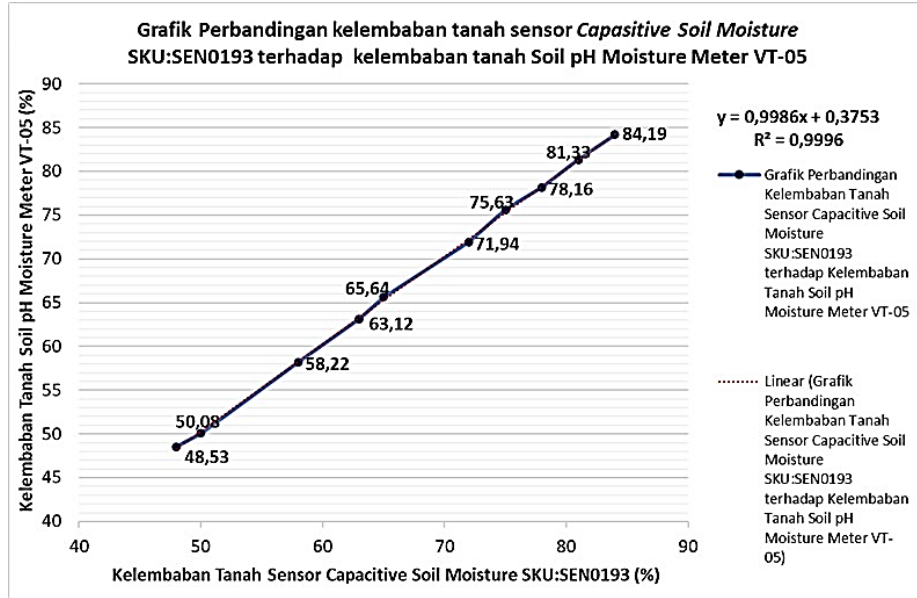


Gambar 5. (a) Tampilan Monitoring pada Website Blynk (b) Tampilan Monitoring pada Aplikasi Blynk.

```

if (soilMoisture < 60) {
  digitalWrite(RELAY_POMPA3, LOW); // Turn relay 3 on
  Serial.println("POMPA ON");
  Blynk.logEvent("anggrek_disiram");
  delay(2000);
  digitalWrite(RELAY_POMPA3, HIGH);
}
else if (soilMoisture > 80) {
  digitalWrite(RELAY_POMPA3, HIGH); // Turn relay 3 off
  Serial.println("POMPA OFF");
}
    
```

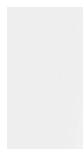
Gambar 6. Program Alat Otomasi Kelembaban Tanah pada Arduino IDE



Gambar 7. Grafik Perbandingan Kelembaban Tanah Sensor *Capasitive Soil Moisture* SKU:SEN0193 terhadap Kelembaban Tanah *Soil pH Moisture Meter* VT-05

	A	E	J	K	L
1	Time	Kelembaban Tanah	ADC Kelembaban Tanah		
2769	01/04/2024 09:37				
2770	01/04/2024 09:35				
2771	01/04/2024 09:35				
2772	01/04/2024 09:35				
2773	01/04/2024 09:35	79.516	1904		
2774	01/04/2024 09:35				
2775	01/04/2024 09:35				
2776	01/04/2024 09:33				

Gambar 8. (a) Hasil Tampilan Kelembaban Tanah pada *Report Data csv* blynk



09:35:13.509 -> Nilai Analog: 1904 | Kelembaban Tanah: 79.52%

Gambar 9. (a) Hasil Tampilan Kelembaban Tanah pada *Serial Monitor*



Gambar 10. Hasil tampilan Kelembaban Tanah pada *LCD*