

PERANCANGAN SISTEM MONITORING KONDISI TANAH DAN CITRA TANAMAN BERBASIS IOT DAN MIKROKONTROLLER

Bene Genhaq Suseno¹, Efa Maydhona Saputra^{*2}, Denny Hidayat Tri Nugroho²

¹Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

²Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Sumatera, Indonesia

*e-mail: maydhona@el.itera.ac.id

Abstrak

Tanaman hias kian digemari untuk menambah nilai estetika pada ruang kerja pemiliknya. Dalam beberapa kasus, pecinta tanaman yang sering meninggalkan tanamannya, tidak dapat meminta orang lain untuk merawat tanamannya tersebut. Hal ini terjadi misalnya karena tanaman berada di ruang pribadi atau pemiliknya tinggal sendiri tanpa asisten rumah tangga. Dalam kondisi ini, diperlukan sistem pemantauan yang dapat dikontrol pengguna dari jarak jauh. Paper ini membahas perancangan sistem pemantauan suhu dan kelembaban tanah menggunakan sensor DHT11 dan *Soil Moisture* FC-28, serta pengambilan gambar menggunakan modul ESP32-Cam. Sistem pemantauan ini bekerja dengan konsep *Internet of Things* (IoT) memanfaatkan modul ESP32, di mana hasil pembacaan sensor dikirimkan ke *database* agar dapat diakses oleh pengguna dimanapun. Terdapat dua *database* yang digunakan, suhu dan kelembaban menggunakan ThingSpeak, sedangkan data gambar menggunakan GoogleDrive. Pembaruan data suhu dan kelembaban tanah dilakukan setiap 15 detik, sedangkan data gambar di-capture setiap satu jam. Dengan sistem penjadwalan ini, pengguna dapat melihat data dalam bentuk historis. Dari hasil pengujian yang dilakukan, sistem yang dibuat terbukti mampu melaksanakan penyiraman dan pengambilan data secara otomatis, serta mengupload gambar pada waktu yang telah ditentukan. Pengujian terhadap kedua sensor menunjukkan galat rata-rata sebesar 3.1% untuk sensor suhu dan 4.66% untuk sensor kelembaban.

Kata kunci: *database; internet of thing; kelembaban tanah; monitoring; suhu.*

Abstract

Ornamental plants are increasingly popular to add aesthetic value to their owner's workspace. In some cases, plant lovers who often leave their plants, cannot ask others to take care for their plants. This happens, for example, because the plants are in a private room or the owner lives alone. In this condition, a remote monitoring system is needed. This paper discusses about the design of a soil temperature and humidity monitoring system using the DHT11 and Soil Moisture FC-28 sensors, as well as image capture using the ESP32-Cam module. This monitoring system works with the Internet of Things (IoT) concept utilizing the ESP32 module. The sensor reading results are sent to a cloud database to be accessed by users anywhere. There are two databases used, temperature and humidity using ThingSpeak, while image data uses GoogleDrive. Soil temperature and humidity data are updated every 15 seconds, while image data is captured every hour. With this scheduling system, users can view data in historical form. The results of the tests show that the system was proven to be able to carry out watering and data collection automatically, as well as upload images at a predetermined time. Testing of both sensors showed an average error of 3.1% for the temperature sensor and 4.66% for the humidity sensor.

Keywords: *database; humidity; internet of thing; monitoring; temperature.*

1. PENDAHULUAN

Tren tanaman hias mulai marak dan banyak dicari sejak terjadinya pandemi covid-19 [1]. Penggiat tanaman hias umumnya merawat tanaman di dalam rumah/ruangan. Tanaman yang diletakkan dalam ruangan memerlukan perlakuan khusus dimana pemilik tanaman harus memantau kondisi tanaman tersebut secara intens dan berkala. Pemantauan tersebut umumnya dilakukan dengan memperhatikan kondisi suhu di sekitar tanaman [2] dan kondisi kelembaban tanah [3] agar kondisi tanaman dapat diketahui. Selain itu, tanaman dalam ruangan tidak memiliki akses sumber air, baik dari hujan maupun air tanah sehingga sangat bergantung pada penyiraman yang dilakukan oleh manusia.

Tanaman hias memiliki sifat yang beragam. Pengetahuan akan sifat tanaman hias sangat membantu pemilik tanaman hias dalam merawat tanaman hiasnya [4]. Beberapa jenis kaktus dapat tetap hidup dengan perawatan yang minim. Namun, beberapa jenis tanaman hias lainnya, memerlukan perawatan yang intensif dan rumit. Misalnya seperti Ketapang biola dan cemara Norfolk, kedua tanaman ini membutuhkan media tanam dengan kelembaban tertentu [5]. Terlalu lembab akan menyebabkan akar membusuk dan kemudian mati, sedangkan terlalu kering akan membuat daun menguning dan rontok.

Idealnya, perawatan tanaman hias dilakukan secara manual dimana sang pemilik tanaman hias mengurus tanamannya secara langsung. Saat merawat tanaman hias secara manual, meski tanpa dilengkapi dengan peralatan yang modern, insting manusia dapat menentukan apakah suhu lingkungan terlalu tinggi atau terlalu rendah dan juga dalam menilai kelembaban tanah. Keterampilan ini akan berbeda pada mereka yang sudah sering berhadapan dengan tanaman dan yang baru memulai merawat tanaman hias.

Meski demikian, kondisi ideal ini terkadang tidak dapat direalisasikan dengan baik. Penyebabnya dapat berasal dari faktor internal dan eksternal dari si pemilik tanaman. Penyebab dari internal pemilik tanaman adalah sifat alami manusia yang cenderung mencari kemudahan, malas, dan pelupa [6]. Sedangkan faktor eksternal pemilik tanaman dapat disebabkan misalnya pada pemilik tanaman yang tinggal sendiri tanpa asisten rumah tangga dan sering bepergian ke luar kota. Dalam kondisi ini, pemilik tanaman hias dapat memanfaatkan teknologi agar tetap dapat merawat tanamannya meski tidak menggunakan tangannya sendiri.

Teknologi yang tepat untuk kasus di atas adalah sistem pemantauan *real-time* dan mekanisme penyiraman otomatis/terkontrol yang dapat diakses kapanpun dan dimanapun melalui jaringan internet [7]. Dengan perkembangan teknologi saat ini, membuat sistem pemantauan tersebut tidaklah sulit karena berbagai modul sensor, sistem mikrokontroller, dan modul kamera dapat dibeli secara bebas di pasaran. Beberapa penelitian serupa sebelumnya telah merealisasikan sistem monitoring tanaman, misalnya yang dilakukan oleh Wulandari [8] atau Wijaya [9]. Namun, keduanya hanya berfokus pada dua sensor utama yaitu sensor suhu dan sensor kelembaban. Menurut kami, kondisi tanaman tidak cukup diketahui melalui data suhu dan kelembaban saja. Oleh karena itu, kontribusi kami pada artikel ini adalah penambahan kemampuan sistem dalam meng-*capture* gambar tanaman. Data visual akan memberikan gambaran yang lebih baik bagi pengguna dalam mengetahui kondisi tanamannya.

Untuk itu, artikel ini membahas tentang perancangan sistem pemantauan (*monitoring*) yang memiliki fitur untuk memantau suhu lingkungan, kelembaban tanah, dan menampilkan gambar, serta dapat melakukan aksi penyiraman baik dengan kontrol manual maupun kontrol otomatis. Sistem yang dirancang secara khusus diperuntukkan bagi tanaman hias, namun dapat pula digunakan untuk keperluan lain yang memiliki kebutuhan fitur serupa.

2. METODE PENELITIAN

Terdapat tiga tahapan utama dalam perancangan sistem pemantauan yang dibahas pada paper ini. Pada tahap pertama, kami menentukan parameter tanaman yang akan dipantau. Kemudian pada tahap kedua, kami menentukan fitur pada sistem yang dirancang. Dan pada tahap terakhir adalah realisasi sistem dan melakukan pengujian pada sistem yang dibangun.

Pada tahap pertama, kami mengambil pendapat sebuah artikel yang menyebutkan bahwa suhu dan kelembaban tanah merupakan dua parameter yang sangat penting untuk diperhatikan pada tanaman [10]. Suhu secara umum akan berpengaruh dalam penurunan kelembaban tanah dimana ketika suhu ruangan meningkat, akan menyebabkan penguapan air meningkat sehingga konsentrasi air dalam tanah akan semakin cepat menurun.

Pada tahap kedua, setelah menentukan parameter yang harus dipantau, maka fitur pada sistem harus mampu menampilkan parameter tersebut secara *real-time*. Namun kemudian muncul pertanyaan, bagaimana bila hasil pantauan menunjukkan bahwa suhu dan kelembaban tidak sesuai. Dalam kasus tanaman hias berada dalam ruangan, tentu yang mungkin terjadi adalah kelembaban yang rendah dan suhu yang tinggi. Maka kami memutuskan untuk memberikan fitur tambahan berupa fitur penyiraman tanaman yang dapat dikontrol secara manual maupun secara otomatis. Penyiraman pada mode kontrol manual dilakukan dengan menentukan banyaknya air yang akan diberikan pada tanaman melalui aplikasi sistem. Sedangkan kontrol otomatis dilakukan dengan mengatur sistem pemantauan agar melakukan penyiraman otomatis pada waktu yang telah ditentukan. Selain itu, kami juga menambahkan fitur *image-capturing* agar pemilik tanaman dapat melihat kondisi tanamannya.

Pada tahap realiasi, kami menggunakan alat dan bahan berikut untuk membuat sistem pemantauan tanaman hias. Yaitu:

1. Arduino Mega 2560 + ESP32
2. Sensor Suhu DHT11
3. Sensor Kelembaban Tanah FC-28

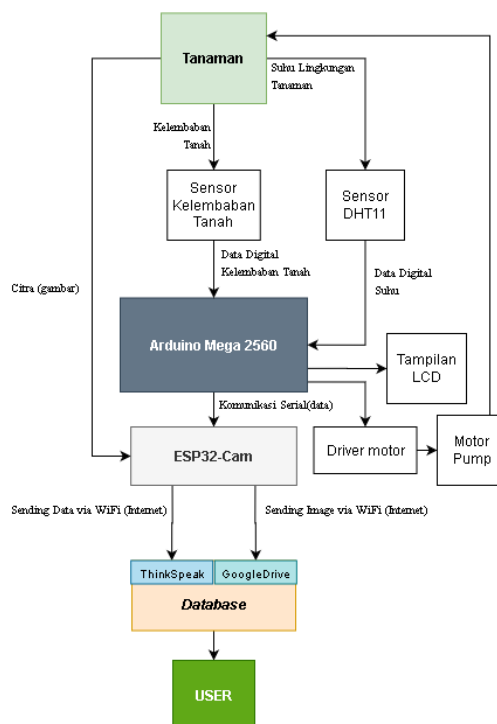
4. ESP32-Cam
5. Database ThinkSpeak dan GoogleDrive
6. LCD 16x2
7. Driver Motor L9110
8. Motor Pompa DC

Arduino Mega dipilih sebagai *mainboard* karena mudah digunakan dan memiliki port *input/output* yang memadai untuk mendukung fitur-fitur yang sudah ditentukan sebelumnya [11]. Pendeteksian suhu dan kelembaban tanah akan melibatkan sensor DHT11 dan sensor FC-28. Fitur penyiraman akan memanfaatkan Driver motor L9110 dan motor pompa DC, sedangkan fitur *image-capturing* akan memanfaatkan ESP32-Cam. Dan karena sistem ini dirancang agar dapat diakses melalui jaringan internet, maka data-data sensor dan status sistem membutuhkan *database* dalam bentuk *cloud*. Dalam hal ini, kami memutuskan untuk menggunakan ThinkSpeak dan GoogleDrive.

Sensor DHT 11 merupakan salah satu sensor suhu yang cukup umum digunakan dengan rentang suhu antara 0° C – 50° C dengan toleransi 2° C [12]. Sensor ini cocok untuk wilayah Indonesia yang beriklim tropis. Sensor *soil moisture* FC-28 mampu mengukur kelembaban tanah secara resistif [13]. Komponen ini bekerja dengan cara mengalirkan listrik diantara dua *probe* yang berada dibagian ujung komponen perangkat untuk memperkirakan kondisi banyaknya air dalam tanah. ESP32-Cam memiliki kamera tertanam dengan tipe OV2640 dengan resolusi citra 2 MP [14]. Perangkat L9110 dan motor pompa DC digunakan sebagai sistem penyiraman. L9110 bertugas mengatur gerak motor dan motor pompa DC digunakan layaknya pompa air yaitu mendorong air menuju tanaman [15].

Pada komponen berbasis IoT, *database* merupakan elemen yang penting untuk menyimpan data yang dikirimkan perangkat. ThinkSpeak adalah salah satu platform penyedia database dalam bentuk pengolahan data dan riwayat yang dikembangkan dengan algoritma MathLab [16]. Kemudian untuk *database* citra, kami menggunakan GoogleDrive yang memiliki *storage* cukup besar untuk menyimpan citra [17].

Alat dan bahan yang sudah disebutkan sebelumnya kemudian diintegrasikan dalam diagram yang ditunjukkan pada Gambar 1.



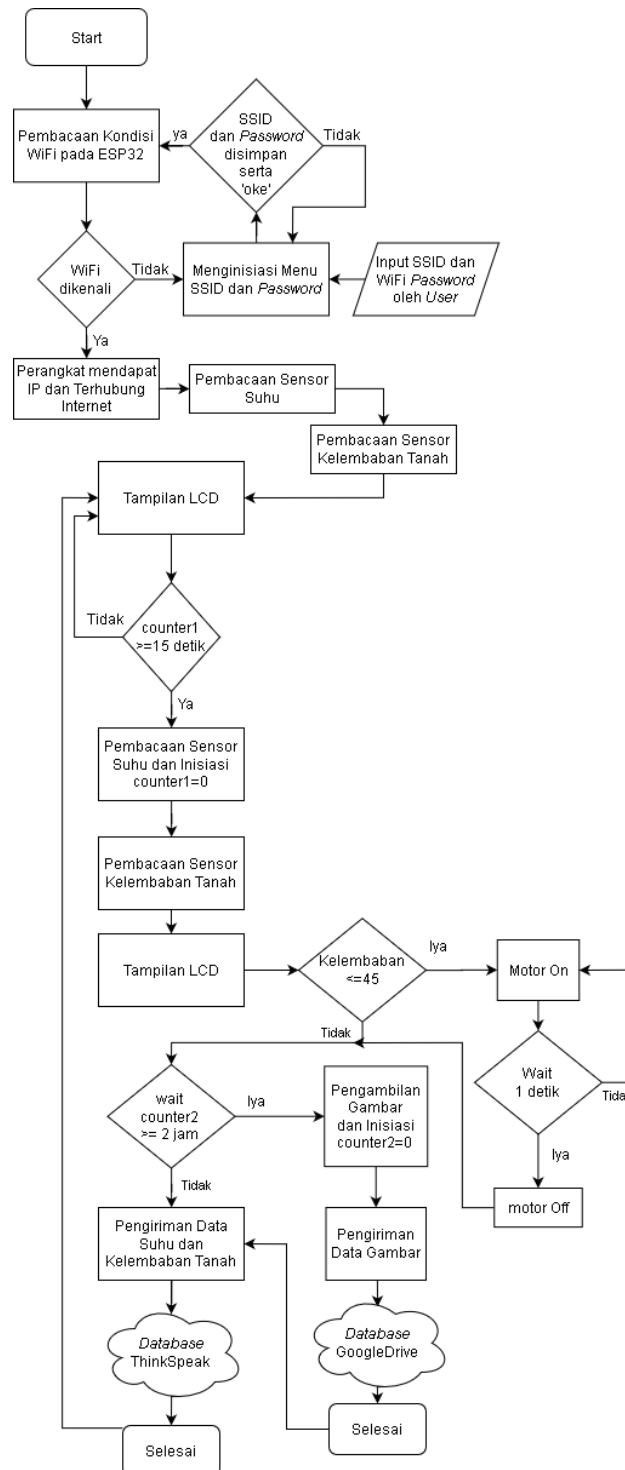
Gambar 1. Rancangan Sistem Pemantauan Tanaman

Pada gambar di atas, terlihat bahwa kunci komunikasi user dengan perangkat keras pemantauan berada pada *database*. Status pada perangkat keras akan disinkronisasikan dengan isi *database* (ThinkSpeak dan GoogleDrive). Dan ketika isi *database* berubah, sistem juga akan melakukan *update* pada status aplikasi

smartphone dan *web browser*, sehingga user dapat memantau kondisi tanamannya dari manapun dan kapanpun. Kecepatan *update* ini tentu saja bergantung pada kecepatan internet yang digunakan oleh user dan perangkat keras pemantauan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan rancangan sistem yang diilustrasikan pada Gambar 1, dibangun sebuah sistem dengan alur kerja atau *flow chart* seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir atau Flow Chart Sistem Pemantauan Tanaman.

Untuk memastikan proses pembacaan dan pengiriman data dapat bekerja dengan baik, dilakukan pengujian pada masing-masing fitur sebelum dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan. Pengujian fitur yang dilakukan, dijabarkan sebagai berikut.

A. Pengujian Sistem Sensor Suhu

Pengujian sensor suhu dilakukan dengan cara mengukur suhu ruangan menggunakan sensor DHT11 serta membandingkannya dengan termometer. Pengujian dilakukan di dalam ruangan guna menyimulasikan kondisi real di lapangan.. Alat ukur pembanding yang digunakan adalah thermometer khusus ruangan agar memperoleh hasil yang valid. Untuk menguji variasi suhu, dilakukan pengkondisian suhu menggunakan air hangat dan es batu. Penambahan air hangat dan es batu akan mempengaruhi suhu di dalam ruangan.

Dari hasil pengujian diperoleh data-data perbandingan antara DHT11 dengan alat ukur yang dijabarkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian DHT11.

DHT11 (°C)	Termometer Suhu (°C)	Selisih	Galat(%)
28	27,8	0,2	0,72
27	25	2	8,00
28	26,5	1,5	5,66
23	23,8	0,8	3,36
22	22	0	0,00
25	24,5	0,5	2,04
26	25	1	4,00
27	25,2	1,8	7,14
23	23	0	0,00
25	25	0	0,00

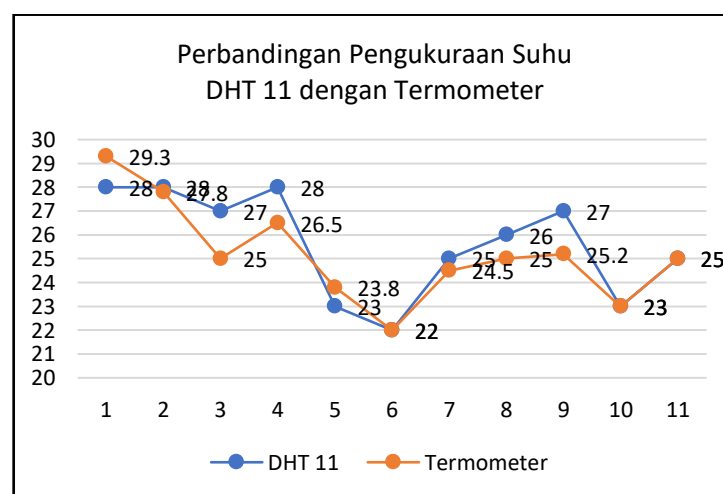
Berdasarkan Tabel 1, diperoleh data selisih dan Galat dimana selisih dihitung dengan menggunakan persamaan (1) sebagai berikut.

$$\text{Selisih} = |\text{Nilai}_{DHT11} - \text{Nilai}_{Alat_ukur}| \quad (1)$$

Pada bagian galat, perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan (2) sebagai berikut.

$$\text{Galat} = \frac{\text{Selisih}}{\text{Nilai}_{Alat_Ukur}} \times 100\% \quad (2)$$

Untuk mempermudah dalam melakukan analisa perbandingan data antara DHT11 dan alat ukur suhu, maka dilakukan plot diagram pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Pengukuran DHT11.

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 3, diketahui bahwa hasil pengukuran pada DHT11 memiliki selisih nilai pada beberapa pengukuran. Selisih tersebut didapat dengan membandingkan hasil pengukuran sensor dengan hasil ukur *thermometer* sebagai alat ukur acuan. Nilai selisih tersebut kemudian diterjemahkan sebagai galat (error) dalam persen hasil perbandingan selisih dan hasil ukur perangkat acuan. Dari data galat, diperoleh nilai kesalahan terbesar adalah 8% dan terkecil 0% dengan rata-rata sebesar 3.1%. Nilai ini masih dalam rentang toleransi, menandakan bahwa pengukuran menggunakan sensor DHT11 dapat dilakukan dengan cukup baik meskipun nilai yang diperoleh tidak sepenuhnya bernilai sama.

B. Pengujian Sistem Sensor Kelembaban Tanah

Pengujian sensor kelembaban tanah dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor FC-28 dengan alat ukur *soil moisture* meter. Sensor ini nantinya akan diimplementasikan pada 3 buah sampel dengan masing-masing sensor pada sampel tersebut. Namun dalam pengujian, pengukuran dilakukan hanya pada satu media agar memastikan kondisi media pengukuran sebanding dengan alat ukur sehingga nilai perbandingan dapat diperoleh dengan sepadan. Pada pembacaan sensor FC-28 digunakan skala 0-100 dan dalam satuan % yang umum digunakan dalam pengukuran kelembaban. Disisi lain, alat pembanding yang digunakan menggunakan skala 1-10 dimana angka 10 dicapai ketika kondisi air bersifat sangat elektrolit. Untuk itu, dilakukan kalibrasi terlebih dahulu dengan cara membandingkan nilai terendah dan tertinggi pada sensor dan alat ukur dimana nilai terendah berada pada kondisi tidak dikenai tanah/cairan apapun dan kondisi tertinggi yaitu ketika probe ukur dicelupkan kedalam 100% cairan (air) yang sama. Hasil pengambilan sampel untuk kalibrasi tersebut diperoleh nilai sebagaimana Tabel 2.

Tabel 2. Pengukuran Kalibrasi Alat.

	Pengukuran Tanah Sensor (%)	Pengukuran Tanah Alat Ukur (skala)
<i>Minimum Value</i>	0	1
<i>Maximum Value</i>	100	7,5
<i>Range</i>	100	6,5

Berdasarkan data nilai yang diperoleh dari Tabel 2, maka diketahui bahwa nilai *range* alat ukur sebesar 6,5. Agar dapat memperoleh perbandingan yang sama, maka digunakan persamaan (3) untuk memperoleh nilai alat ukur dalam skala 100%, persamaan yang digunakan yaitu sebagai berikut.

$$Alat_{ukur}(\%) = \frac{(Hasil_{pengukuran} - 1)}{6.5} \times 100\% \quad (3)$$

Dari hasil kalibrasi tersebut, diperoleh data hasil pengukuran dan perbandingan sebagaimana pada Tabel 3.

Tabel 3. Pembacaan Kelembaban Tanah dan Alat Ukur.

Pembacaan Sistem			Alat Ukur (skala)	Alat Ukur (%)
Kelembaban Tanah 1	Kelembaban Tanah 2	Kelembaban Tanah 3		
30%	29%	26%	1,9	29,23
43%	51%	46%	2,8	43,08
80%	79%	74%	4,7	72,31
85%	84%	79%	5,4	83,08
92%	92%	89%	6,1	93,85
98%	100%	96%	6,4	98,46

Berdasarkan data pada Tabel 3, diketahui bahwa terdapat hasil yang berbeda pada masing-masing pengukuran jika dibandingkan dengan alat ukur referensi. Untuk mengetahui nilai galat dari pengukuran, dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan (2) pada masing-masing sensor berbanding dengan alat ukur dalam skala %. Hasil pengolahan data galat terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Galat Pembacaan Sensor Kelembaban.

Galat Pembacaan Kelembaban Tanah 1	Galat Pembacaan Kelembaban Tanah 2	Galat Pembacaan Kelembaban Tanah 3
2,63 %	0,79 %	11,05 %
0,19 %	18,38 %	6,78 %
10,63 %	9,25 %	2,34 %
2,31 %	1,11 %	4,91 %
1,97 %	1,97 %	5,17 %
0,47 %	1,56 %	2,50 %

Dari hasil pengolahan data menjadi nilai galat, ditemukan variasi galat yang cukup beragam pada ketiga sensor. Berdasarkan Tabel 4, galat terbesar adalah 18,38%, galat terkecil adalah 0,19% dengan rata-rata galat sebesar 4,66%. Perbedaan galat ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti distribusi air yang tidak merata di media pengukuran, posisi dan kedalaman peletakan sensor, serta beberapa faktor lainnya. Namun, pengujian ini dilakukan dalam kondisi yang dibuat semirip mungkin untuk masing-masing sensor, sehingga beberapa faktor dapat dieliminasi. Salah satu kemungkinan perbedaan nilai galat di setiap pengukuran adalah bahwa ketika air ditambahkan ke media pengukuran, penyerapan air di tanah tidak merata, yang menyebabkan nilai pembacaan pada tiap sensor berbeda.

C. Hasil Integrasi Sistem

Pengujian sistem pembacaan sensor dilakukan untuk mengetahui galat yang dihasilkan. Hasil pengujian ini menunjukkan batasan pengukuran perangkat dibandingkan dengan alat ukur standar. Selanjutnya, pengujian integrasi dilakukan untuk menguji keseluruhan alur kerja sistem, dengan hasil yang diperoleh melalui perbandingan antara *input-output* sistem, yaitu pembacaan yang ditampilkan pada LCD dan data yang diterima di *database*.

Pada awal pengujian, konfigurasi WiFi dilakukan dengan memasukkan SSID dan *password* ke perangkat. Pada kondisi awal, modul ESP32-Cam akan secara otomatis membentuk jaringan WiFi dengan nama “ESP32-NitroPlanter” yang dapat dihubungkan ke *smartphone* atau Laptop/PC pengguna. Setelah terhubung, sistem akan membuka *browser* dengan permintaan input SSID dan *password*, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.

Gambar 4. Portal Input SSID dan password WiFi.

Pada Gambar 4, pengguna hanya perlu memasukkan nama SSID (nama WiFi yang hendak dihubungkan) serta *password* kemudian menekan tombol “*Save*”. Setelah tersimpan, komponen harus di-*reset* dengan cara menekan button “*Restart Device*” pada bagian atas portal dan modul akan otomatis terhubung ke WiFi yang didaftarkan. Setelah itu, dilakukan pengujian pengiriman citra dengan waktu yang

dipercepat (dari 1 jam sekali menjadi 5 menit sekali). Dari pengujian tersebut, diperoleh hasil sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5 dan Tabel 5.



Name	Owner	Last modified	File size
esp32-cam.jpg	me	2:38 AM me	34 KB
esp32-cam.jpg	me	2:33 AM me	34 KB
esp32-cam.jpg	me	2:28 AM me	34 KB
esp32-cam.jpg	me	2:22 AM me	34 KB

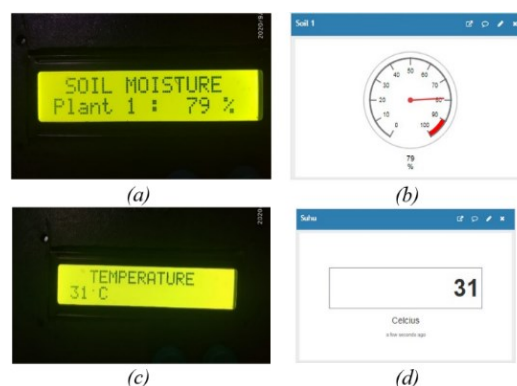
Gambar 5. Hasil Pengiriman Citra pada Database GoogleDrive.

Tabel 5. Waktu Pengunggahan Citra.

Interval	Pengiriman	Waktu Terunggah
5 Menit	1	02.12 WIB
	2	02.17 WIB
	3	02.22 WIB
	4	02.28 WIB
	5	02.33 WIB
	6	02.38 WIB

Dari hasil pengujian pengiriman citra, diketahui bahwa sistem mampu mengirimkan citra pada rentang waktu yang diberikan. Waktu unggah dan waktu terima pada *database* pun menunjukkan waktu yang sama. Oleh karena itu, fungsi ini dapat dikategorikan berfungsi dengan baik. Sehingga, kami menyimpulkan bahwa pada pengkondisian waktu lainnya, perangkat juga akan dapat bekerja sesuai fungsinya.

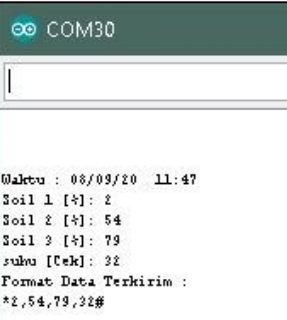
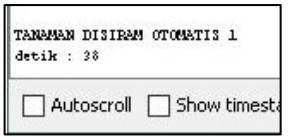
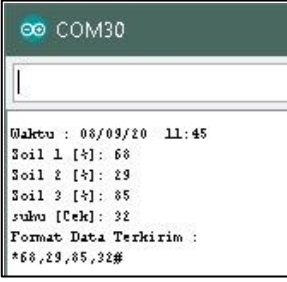
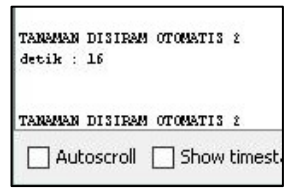
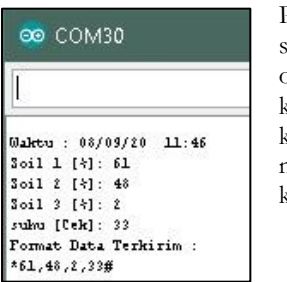
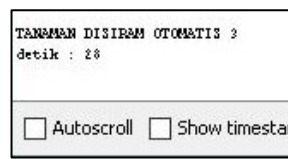
Pada tahap berikutnya, dilakukan pengujian pembacaan sensor yang kemudian dikirimkan ke *database*. Pengujian ini akan dilakukan dengan membandingkan data yang dibaca oleh sensor dengan hasil yang diterima pada *database* ThinkSpeak. Adapun hasil pengujian yang telah dilakukan, diperoleh hasil yang sama sebagaimana salah satu kondisi pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. (a) Hasil Pembacaan Kelembaban; (b) Data Kelembaban pada database; (c) Hasil Pembacaan Suhu; (d) Data Suhu pada *database*

Kemudian dilakukan pengujian sistem penyiraman otomatis dengan cara mengondisikan media tanah dalam kondisi dibawah 45% sehingga motor pompa bekerja. Dilakukan pengujian pada 3 motor dan menghasilkan data sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Sistem Penyiraman Otomatis.

Kondisi Terbaca	Keputusan Sistem
 Pada bagian soil 1 bernilai 2% sehingga nilai tersebut dibaca oleh sistem sebagai nilai ketika kondisi tanah kering. Pada kondisi soil lainnya diperoleh nilai yang berada di rentang kondisi basah.	 Dilakukan penyiraman oleh sistem dimana sistem Otomatis 1 (merupakan sistem pada pompa 1) berjalan disebabkan kondisi soil 1 terbaca dikondisi kering. Pada sistem ini, bagian soil lainnya tidak dijalankan pompa otomatis karena berada dalam kondisi basah.
 Pada bagian soil 2 bernilai 29% sehingga nilai tersebut dibaca oleh sistem sebagai nilai ketika kondisi tanah kering. Pada kondisi soil lainnya diperoleh nilai yang berada di rentang kondisi basah.	 Dilakukan penyiraman oleh sistem dimana sistem Otomatis 2 (merupakan sistem pada pompa 2) berjalan disebabkan kondisi soil 2 terbaca dikondisi kering. Pada sistem ini, bagian soil lainnya tidak dijalankan pompa otomatis karena berada dalam kondisi basah.
 Pada bagian soil 3 bernilai 2% sehingga nilai tersebut dibaca oleh sistem sebagai nilai ketika kondisi tanah kering. Pada kondisi soil lainnya diperoleh nilai yang berada di rentang kondisi basah.	 Dilakukan penyiraman oleh sistem dimana sistem Otomatis 3 (merupakan sistem pada pompa 3) berjalan disebabkan kondisi soil 3 terbaca dikondisi kering. Pada sistem ini, bagian soil lainnya tidak dijalankan pompa otomatis karena berada dalam kondisi basah.

Dari hasil pengujian penyiraman otomatis, diketahui bahwa ketika kelembaban tanah rendah ($\leq 45\%$), maka sistem akan mengirimkan *trigger* agar motor menyala guna melakukan penyiraman ke tanaman. Dengan kondisi pembacaan dan respon tersebut, maka penyiraman tanaman secara otomatis sangat mungkin dilakukan dengan membaca kondisi kelembaban tanah media tanam.

D. Gambaran Penggunaan Alat

Adapun ilustrasi penggunaan alat ini dapat di-*setting* atau diposisikan sebagaimana Gambar 7.



Gambar 7. (a) Peletakan pada meja dengan Tanaman; (b) Jalur selang dari Penampung Air ke Tanaman; (c) Motor pompa pada penampung Air; (d) Peletakan sensor kelembaban dan selang air pada media tanam.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang kami lakukan, maka diperoleh bahwa:

1. Perancangan sistem monitoring tanaman bekerja dengan cara membaca kondisi suhu, kelembaban tanah dan citra tanaman kemudian mengirimkan data-data tersebut melalui jaringan WiFi ke database.
2. Hasil sistem pembacaan suhu ruangan secara umum dapat bekerja dengan baik meskipun masih terdapat galat, dimana galat terbesar sesuai hasil pengukuran adalah 8% dan galat terkecil adalah 0%.
3. Sensor kelembaban tanah pada sistem ini berjumlah tiga dimana dari hasil pembacaan kenaikan nilai sebanding dengan pengkondisian yang diberikan pada media tanah. Hanya saja, nilai yang dibaca oleh ketiga sensor tidak menunjukkan akurasi yang baik. Kondisi tersebut mungkin terjadi saat pengkondisian, penyerapan air dalam tanah tidak merata pada setiap bagian sensor kelembaban yang digunakan sehingga hasil pembacaan berbeda-beda, namun masih dalam rentang nilai yang dapat ditolerir.
4. Sistem penyiraman tanaman otomatis sangat bergantung pada pembacaan kelembaban tanah. Kondisi penyiraman akan menyala ketika kelembaban tanah berada pada kondisi dibawah atau sama dengan 45%. Nilai ini dapat diatur pada aplikasi yang dapat diakses user. Dengan pembacaan yang berasal dari sensor kelembaban tanah dan proses *triggering* ke motor, membuat sistem dapat melakukan proses penyiraman tanaman otomatis dengan mengandalkan data pengambilan kondisi kelembaban tanah atau media tanam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. M. Dewi, M. S. Dr.Ir. Abdul Wahib Muhaimin, and S. T. P. M. S. Neza Fadia Rayesa, "Analisis Minat Beli Konsumen Tanaman Hias Di Masa Pandemi Covid-19 Dengan Pendekatan Theory Of Planned Behavior," 2021, *Universitas Branijaya*. [Online]. Available: <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/189094/>
- [2] D. C. M. Wijaya, H. Khariono, M. R. Abrori, R. A. Fernanda, and H. A. Kusuma, "Sistem Pemantauan Suhu dan Kelembapan Udara Pada Tanaman Hias Janda Bolong Terintegrasi," *Inform. J. Ilmu Komput.*, vol. 17, no. 3, p. 174, 2022, doi: 10.52958/iftk.v17i3.3436.
- [3] A. Ramdhani, "Sistem pemantauan kelembaban tanah pada pot tanaman hias Drosera Adelaee menggunakan metode algoritma greedy," 2021, *UIN Sunan Gunung Djati Bandung*. [Online]. Available: http://digilib.uinsgd.ac.id/id/eprint/37939%0Ahttp://digilib.uinsgd.ac.id/37939/4/4_bab1.pdf
- [4] R. Agromedia, *Buku pintar tanaman hias*. AgroMedia, 2007.
- [5] CNN Indonesia, "7 Tanaman Hias Cantik yang Sulit Dirawat." Accessed: Nov. 02, 2024. [Online]. Available: <https://www.cnnindonesia.com/gaya-hidup/20210216164522-277-606971/7-tanaman-hias-cantik-yang-sulit-dirawat>
- [6] M. S. Tondok, "Menyampah'dari Perspektif Psikologi (1)," *Hari. Surabaya Post*, 2008.
- [7] S. L. Br Perangin-angin, S. Romadhona, Z. Hanni Pradana, and S. Larasati, "PROTOTIPE MONITORING SUHU DAN KELEMBAPAN PADA BUDIDAYA KELINCI DENGAN KOMUNIKASI MODBUS PADA SENSOR XY-MD02," *J. SINTA Sist. Inf. dan Teknol. Komputasi*, vol. 1, no. 3 SE-Articles, pp. 118–128, Jul. 2024, doi: 10.61124/sinta.v1i3.21.
- [8] P. A. Wulandari, P. Rahima, and S. Hadi, "Rancang Bangun Sistem Penyiraman Otomatis Berbasis Internet of Things Pada Tanaman Hias Sirih Gading," *J. Bumigora Inf. Technol.*, vol. 2, no. 2, pp. 77–85, 2020, doi: 10.30812/bite.v2i2.886.
- [9] D. C. M. Wijaya, H. Khariono, M. R. Abrori, R. A. Fernanda, and H. A. Kusama, "Sistem Pemantauan Suhu Dan Kelembapan Udara Tanaman Janda Bolong," *J. Inform.*, vol. 17, no. 3, pp. 174–180, 2021.
- [10] A. B. Setyawan, M. Hannats, and G. E. Setyawan, "Sistem Monitoring Kelembaban Tanah, Kelembaban Udara, Dan Suhu Pada Lahan Pertanian Menggunakan Protokol MQTT," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Branijaya*, vol. 2, no. 12, pp. 7502–7508, 2018.
- [11] arduino.cc, "Mega 2560 Rev3." Accessed: Oct. 24, 2024. [Online]. Available: <https://docs.arduino.cc/hardware/mega-2560/>

- [12] Mouser Electronics, "DHT11 Humidity & Temperature Sensor." Accessed: Oct. 25, 2024. [Online]. Available: <https://www.mouser.com/datasheet/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf>
- [13] M. A. PRASTYO, "Sistem Pengairan Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Mega 2560 Berdasarkan Nilai Kelembaban Tanah," 2016, *POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA*.
- [14] DFROBOT, "ESP32-CAM Development Board." Accessed: Oct. 20, 2024. [Online]. Available: [https://media.digikey.com/pdf/Data Sheets/DFRobot PDFs/DFR0602_Web.pdf](https://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/DFRobot%20PDFs/DFR0602_Web.pdf)
- [15] Core Electronics, "Mute Sounds Mini Submersible Pump DC 3V-5V." Accessed: Oct. 25, 2024. [Online]. Available: <https://core-electronics.com.au/mute-sounds-mini-submersible-pump-dc-3v-5v.html>
- [16] T. T. Saputro, "Berikut Daftar Platform Yang Berguna Untuk Membangun Project IoT (Bagian 1)." Accessed: Oct. 24, 2024. [Online]. Available: <https://embeddednesia.com/v1/berikut-daftar-platform-yang-berguna-untuk-membangun-project-iot-bagian-1/>
- [17] M. N. Khikmawati, "Google Drive Untuk Pendidikan," *P4TK Mat. Yogyakarta*, pp. 1–6, 2017.