

PENERAPAN DAN EVALUASI SISTEM APLIKASI MONITORING PEMBIBITAN TANAMAN BERBASIS INTERNET OF THINGS

Ridwan^{*1}, Aulia Syarif Aziz², Nur Faiza Nurrayya³, Muhammad Ichsan⁴

^{1,2,3}Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh

⁴Universitas Jabal Ghafur Gle Gapui Sigli

Email: ¹ridwanmt@ar-raniry.ac.id, ²aulia.aziz@ar-raniry.ac.id, ³zurayyaf@gmail.com, ³michsan@unigha.ac.id

*Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 30 Oktober 2025, diterima untuk diterbitkan: 20 Desember 2025)

Abstrak

Penelitian ini bertujuan merancang, mengimplementasikan, dan mengevaluasi sistem aplikasi monitoring pembibitan tanaman berbasis *Internet of Things* (IoT) sebagai bagian dari upaya mendukung inisiatif *Smart Village*. Metode penelitian mengkombinasikan pendekatan *Research and Development* (R&D) untuk pengembangan prototipe dengan *Participatory Action Research* (PAR) yang melibatkan 30 petani di Desa Cot Baroh, Pidie, Aceh, selama proses implementasi, pelatihan, dan pendampingan. Sistem yang dikembangkan mampu memantau berbagai parameter lingkungan penting pada pembibitan secara *real-time* dan diakses melalui aplikasi Blynk serta LCD offline. Evaluasi pengalaman pengguna dilakukan menggunakan *User Experience Questionnaire* (UEQ). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *prototipe* sistem IoT berhasil dibangun dan mendapatkan impresi pengguna yang sangat positif pada keenam aspek UEQ (daya tarik, kejelasan, efisiensi, ketetapan, stimulasi, dan kebaruan), dengan tingkat reliabilitas yang tinggi untuk setiap aspeknya. Disimpulkan bahwa sistem ini efektif, diterima dengan baik oleh pengguna, dan berpotensi signifikan dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan pembibitan tanaman, sekaligus mendukung penguatan literasi digital dan konsep *Smart Village* di tingkat komunitas.

Kata kunci: *internet of things (IoT)*, sistem monitoring, pembibitan tanaman, *smart village*, pengalaman pengguna

APPLICATION AND EVALUATION OF AN INTERNET OF THINGS-BASED PLANT NURSERY MONITORING APPLICATION SYSTEM

Abstract

This research aims to design, implement, and evaluate an *Internet of Things* (IoT)-based plant nursery monitoring application system as part of an effort to support *Smart Village* initiatives. The research method combines a *Research and Development* (R&D) approach for prototype development with *Participatory Action Research* (PAR) involving 30 farmers in Cot Baroh Village, Pidie, Aceh, during the implementation, training, and assistance process. The developed system is capable of monitoring various critical environmental parameters in the nursery in *real-time*, accessible via the Blynk application and an offline LCD. User experience evaluation was conducted using the *User Experience Questionnaire* (UEQ). The research results indicate that the IoT system prototype was successfully built and received a very positive user impression across all six UEQ aspects (attractiveness, perspicuity, efficiency, dependability, stimulation, and novelty), with a high level of reliability for each aspect. It is concluded that this system is effective, well-received by users, and has significant potential to enhance the efficiency of plant nursery management, while also supporting the strengthening of digital literacy and the *Smart Village* concept at the community level.

Keywords: *internet of things (IoT)*, monitoring system, plant nursery, smart village, user experience

1. PENDAHULUAN

Sektor pertanian memiliki peranan penting bagi ekonomi Indonesia, bukan hanya sebagai penyumbang PDB, tetapi juga sebagai sumber pekerjaan bagi banyak orang, khususnya di daerah pedesaan. Ketahanan pangan nasional sangat

bergantung pada produktivitas sektor ini. Meski sudah ada banyak upaya intensifikasi dan ekstensifikasi dalam beberapa dekade terakhir, sektor pertanian menghadapi tantangan besar, terutama akibat perubahan iklim global seperti kekeringan dan banjir yang mempengaruhi hasil panen dan kesejahteraan petani (Sensus Pertanian, 2023;

Mueller et al., 2021). Selain itu, keterbatasan lahan subur dan air irigasi, serta penggunaan pupuk dan pestisida yang tidak efisien, juga menambah beban masalah (FAO, 2022). Transformasi teknologi mutlak diperlukan agar sektor ini semakin produktif, efisien, dan berkelanjutan.

Sejalan dengan tren global, konsep *Smart Village* atau Desa Cerdas mulai dilirik sebagai model pembangunan desa yang lebih menyeluruh. Tujuannya adalah meningkatkan kualitas hidup masyarakat desa dengan memanfaatkan teknologi digital di berbagai aspek seperti pertanian, ekonomi, pendidikan, kesehatan, dan pemerintahan desa. Teknologi informasi dan komunikasi (TIK) menjadi kunci, membuka akses informasi, mempermudah layanan publik, dan menciptakan peluang ekonomi baru. Di bidang pertanian, *Smart Village* bisa terwujud lewat praktik *Smart Farming*, yang menggunakan teknologi untuk meningkatkan efisiensi budidaya dan pengelolaan sumber daya. Keberhasilan implementasinya sangat tergantung pada infrastruktur digital, literasi digital masyarakat, dan dukungan ekosistem inovasi (Kementerian Desa, PDTT, 2021).

Revolusi Industri 4.0 mendorong digitalisasi di berbagai sektor, termasuk pertanian, melalui teknologi IoT (*Internet of Things*). IoT menghubungkan perangkat fisik untuk saling bertukar data lewat internet, memungkinkan pemantauan dan pengendalian jarak jauh secara real-time. Dalam konteks pertanian, IoT (*Precision Agriculture* atau *Smart Farming*) membantu petani mengambil keputusan lebih baik karena didukung data akurat. Penggunaan sensor, aktuator, drone, dan platform data menjadi komponen penting IoT (Elijah et al., 2018). Teknologi ini berpotensi mengatasi banyak masalah dalam pertanian tradisional.

Pembibitan adalah tahap awal yang menentukan keberhasilan produksi pertanian. Selama ini, pembibitan tradisional masih bergantung pada pengalaman petani, yang kerap menghadapi kendala. Faktor seperti suhu, kelembaban tanah dan udara, serta intensitas cahaya yang tidak optimal bisa menyebabkan bibit tumbuh tidak merata atau bahkan mati. Pemantauan manual juga kerap terlambat dalam mendeteksi masalah, yang akhirnya merugikan waktu, tenaga, dan biaya.

Masalah ini menegaskan pentingnya penggunaan teknologi pemantauan lingkungan pembibitan, terutama di komunitas petani desa. Petani masih banyak yang menggunakan cara tradisional yang kurang mampu menjawab tantangan lingkungan dan tuntutan pasar. Minimnya data akurat menyulitkan petani mengambil tindakan cepat dan tepat, yang akhirnya mempengaruhi produktivitas wilayah.

Penggunaan sistem monitoring berbasis IoT menjadi solusi atas permasalahan tersebut. Dengan sensor-sensor yang memantau suhu, kelembaban tanah, kelembaban udara, dan intensitas cahaya

secara real-time, petani bisa memantau kondisi bibit lewat smartphone atau komputer. Sistem ini juga bisa memberikan peringatan dini jika ada kondisi yang tidak sesuai, memungkinkan petani segera mengambil tindakan. Data historisnya juga bermanfaat untuk evaluasi dan perbaikan proses pembibitan ke depan (Kumar et al., 2020). Selain itu, efisiensi air dan energi bisa meningkat berkat pengendalian yang lebih presisi.

Penerapan teknologi ini tidak hanya soal alat, tetapi juga kesiapan dan penerimaan teknologi yang dihasilkan. Melalui transfer pengetahuan dan keterampilan, petani bisa merakit, mengoperasikan, dan merawat sistem IoT secara mandiri yang sesuai dengan semangat *Smart Village* yang berbasis pada partisipasi masyarakat dan penguatan kapasitas lokal.

Beberapa penelitian terkini telah mengeksplorasi penerapan *Internet of Things* (IoT) dalam konteks pertanian dan pengembangan masyarakat. Pertama, penelitian oleh Islamy dan Wisudawati (2023). Hasil penelitian berhasil merancang dan menguji sebuah sistem monitoring kebun pintar untuk tanaman cabai. Sistem tersebut memanfaatkan protokol MQTT, Node-RED, dan notifikasi melalui Telegram Bot untuk menjaga suhu lingkungan tanaman cabai dan mencegah kekeringan daun. Hasil pengujian menunjukkan fungsionalitas yang baik dari sensor suhu (DS18B20), kelembaban tanah, dan sensor ultrasonik untuk level air/nutrisi, serta kemampuan sistem untuk mengaktifkan perintah pemupukan dan pengabutan secara terkontrol. Selanjutnya, Dirayati, Sari, dan Purnomo (2025). Studi ini mengkonsentrasikan diri pada pengembangan dan penerapan sebuah sistem Pertanian Cerdas yang berlandaskan *Internet of Things* (IoT). Platform yang dirancang dalam riset ini memiliki kapabilitas untuk memonitor dan mengatur berbagai parameter lingkungan esensial, seperti tingkat kelembaban tanah, temperatur, serta intensitas paparan cahaya. Berdasarkan data tersebut, sistem secara otomatis menghasilkan anjuran bagi petani terkait penjadwalan irigasi dan fertilisasi. Implementasi solusi ini terbukti efektif dalam mengoptimalkan efisiensi penggunaan sumber daya air dan pupuk, mereduksi biaya operasional, serta mendongkrak produktivitas agrikultur melalui praktik manajemen yang lebih akurat dan terinformasi oleh data. Penelitian lain yang signifikan dilakukan oleh Yusi Nurmala Sari dan Maya Sari (2025). Studi ini menginvestigasi penerapan teknologi IoT untuk mendukung praktik pertanian berkelanjutan di Kabupaten Lahat. Penemuan signifikan dari studi ini mengindikasikan bahwa mayoritas petani, yakni sebesar 65%, masih menunjukkan tingkat pemahaman yang terbatas terkait konsep *Internet of Things* (IoT). Lebih lanjut, 60% dari kelompok petani tersebut juga mengidentifikasi diri belum memiliki kesiapan yang memadai, baik dari aspek psikologis maupun kapabilitas teknis, untuk mengimplementasikan

teknologi tersebut. Bertolak dari temuan ini, penelitian merekomendasikan elaborasi pendekatan strategis yang bersifat kolaboratif, dengan melibatkan sinergi antara pemerintah, institusi akademik, dan para pelaku industri. Upaya bersama ini diharapkan dapat meningkatkan literasi teknologi serta mengakselerasi tingkat adopsi IoT di kalangan petani, dengan memberikan penekanan khusus pada urgensi penyelenggaraan program pelatihan yang mudah diakses dan dipahami, serta ketersediaan mekanisme dukungan yang bersifat kontinu dan berkelanjutan.

Secara umum Penelitian ini bertujuan untuk merancang, menerapkan dan mengevaluasi sistem monitoring pembibitan tanaman berbasis IoT sebagai bagian dari *smart village*. Secara khusus penelitian bertujuan mengembangkan *prototipe* monitoring pembibitan tanaman yang terjangkau dan mudah digunakan, memberikan pendampingan bagi petani dalam pembuatan dan penggunaan sistem, serta menganalisis tanggapan dan penggunaan awal pada masyarakat. Hasil yang diharapkan adalah meningkatnya pemahaman dan keterampilan petani dalam menggunakan teknologi IoT untuk pembibitan yang lebih efisien dan produktif. Penelitian menggunakan pendekatan multidisiplin kombinasi *Research and Development* dan *Participatory Action Research* (PAR).

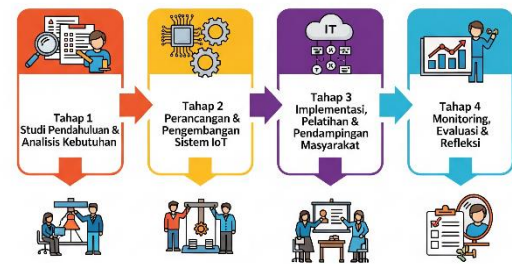
Dengan penerapan sistem monitoring IoT ini, diharapkan proses pembibitan di tingkat petani jadi lebih efisien dan efektif. Hasil penelitian dapat menjadi contoh pemanfaatan teknologi digital untuk pengembangan pertanian dan penguatan Smart Village dan diharapkan dapat mendorong literasi digital dan inovasi masyarakat desa dalam menghadapi tantangan dan memanfaatkan peluang di era transformasi digital.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan multidisiplin yang mengkombinasikan *Research and Development* (R&D) dan *Participatory Action Research* (PAR). Pendekatan R&D digunakan untuk merancang, mengembangkan, dan menguji *prototipe* sistem monitoring pembibitan tanaman berbasis IoT. Metode PAR diterapkan dalam aspek implementasi teknologi di masyarakat. Pendekatan PAR menekankan keterlibatan aktif masyarakat petani atau kelompok tani di Desa Cot Baroh Kabupaten Pidie Provinsi Aceh dalam seluruh tahapan kegiatan, mulai dari identifikasi masalah dan kebutuhan, perencanaan tindakan, implementasi solusi dan evaluasi.

Dalam penelitian ini, pengumpulan data dilakukan dengan memanfaatkan sumber primer dan sekunder. Proses penentuan sampel menggunakan teknik *probability sampling*, sehingga berhasil menjangkau partisipan sebanyak 30 orang petani. Data yang telah terkumpul selanjutnya akan dianalisis secara komprehensif melalui aplikasi metode gabungan, yang mencakup analisis kualitatif, analisis kuantitatif deskriptif, serta analisis komparatif.

Keseluruhan tahapan pelaksanaan penelitian ini divisualisasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan penelitian

Tahap pertama bertujuan untuk mengidentifikasi secara mendalam permasalahan yang dihadapi petani dalam proses pembibitan tanaman, menganalisis kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem monitoring yang akan dikembangkan, serta memetakan tingkat kesiapan dan persepsi masyarakat terhadap adopsi teknologi IoT. Tahap 2 bertujuan mengembangkan *prototipe* sistem monitoring pembibitan tanaman berbasis IoT yang fungsional, terjangkau, dan mudah digunakan. Tahap 3 bertujuan mengimplementasikan prototipe sistem monitoring IoT. Tahap 4 bertujuan mengevaluasi efektivitas, efisiensi, kemudahan penggunaan (*usability*) menggunakan *user experience questionnaire* (UEQ).

2.1. Participatory Action Research (PAR)

Metode *Participatory Action Research* (PAR) secara fundamental berorientasi pada upaya pemberdayaan komunitas dan inisiasi perubahan. Tujuan utama dari pendekatan ini adalah untuk memfasilitasi proses pembelajaran kolektif dalam rangka mengatasi permasalahan serta memenuhi kebutuhan-kebutuhan praktis yang dihadapi oleh masyarakat. Rangkaian tahapan dalam implementasi PAR ini diilustrasikan lebih lanjut melalui sebuah siklus, sebagaimana yang tersaji pada Gambar 2.



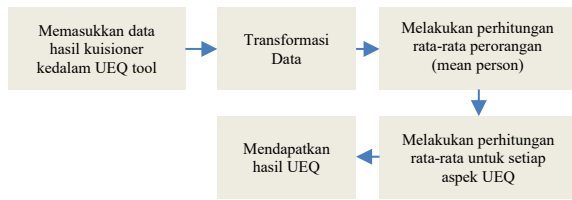
Gambar 2. Tahapan metode PAR

Metode PAR menekankan pada partisipasi aktif masyarakat dalam setiap tahapan. Pendekatan ini memungkinkan masyarakat untuk berkolaborasi dalam mendiagnosis masalah, merencanakan

program, melaksanakan kegiatan, serta mengevaluasi hasilnya. Metodologi ini mencerminkan konsistensi antara ontologi (realitas sosial yang ingin diubah), *epistemologi* (pengetahuan yang dibangun melalui interaksi dan pengalaman), dan *aksiologi* (nilai-nilai yang diterapkan dalam kegiatan tersebut).

2.2. User Experience Questionnaire (UEQ)

Proses pengolahan data User Experience Questionnaire (UEQ) melibatkan enam tahapan yang diilustrasikan pada Gambar 3. Selanjutnya, Gambar 4 menyajikan detail item-item pertanyaan dalam UEQ, di mana setiap item dinilai menggunakan skala 1 hingga 7



Gambar 3. Proses dalam pengolahan data UEQ

Berdasarkan metodologi yang diuraikan oleh Veron et al. (2023), setiap skor mentah yang diperoleh dari masing-masing item pertanyaan kemudian ditransformasi dengan mengurangkannya sebesar empat poin. Prosedur ini menghasilkan rentang nilai akhir dari -3 sebagai skor negatif terendah hingga +3 sebagai skor positif tertinggi. Daftar lengkap pertanyaan UEQ turut divisualisasikan pada Gambar 4.

	1	2	3	4	5	6	7	
menyusahkan	○	○	○	○	○	○	○	menyenangkan
tak dapat dipahami	○	○	○	○	○	○	○	dapat dipahami
kreatif	○	○	○	○	○	○	○	monoton
mudah dipelajari	○	○	○	○	○	○	○	sulit dipelajari
bermanfaat	○	○	○	○	○	○	○	kurang bermanfaat
membosankan	○	○	○	○	○	○	○	mengasyikkan
tidak menarik	○	○	○	○	○	○	○	menarik
tak dapat diprediksi	○	○	○	○	○	○	○	dapat diprediksi
cepat	○	○	○	○	○	○	○	lambat
berdaya cipta	○	○	○	○	○	○	○	konvensional
menghalangi	○	○	○	○	○	○	○	mendukung
baik	○	○	○	○	○	○	○	buruk
rumit	○	○	○	○	○	○	○	sederhana
tidak disukai	○	○	○	○	○	○	○	menggembirakan
lazim	○	○	○	○	○	○	○	terdepan
tidak nyaman	○	○	○	○	○	○	○	nyaman
aman	○	○	○	○	○	○	○	tidak aman
memotivasi	○	○	○	○	○	○	○	tidak memotivasi
memenuhi ekspektasi	○	○	○	○	○	○	○	tidak memenuhi ekspektasi
tidak efisien	○	○	○	○	○	○	○	efisien
jelas	○	○	○	○	○	○	○	mbingungkan
tidak praktis	○	○	○	○	○	○	○	praktis
terorganisasi	○	○	○	○	○	○	○	berantakan
atraktif	○	○	○	○	○	○	○	tidak atraktif
ramah pengguna	○	○	○	○	○	○	○	tidak ramah pengguna
konservatif	○	○	○	○	○	○	○	inovatif

Gambar 4. Pertanyaan dari User Experience Questionnaire

Sementara itu, ketentuan atau aturan yang berlaku dalam penggunaan pertanyaan-pertanyaan UEQ dirincikan pada Tabel 1. Formula yang

diterapkan dalam analisis data UEQ terdiri atas beberapa langkah. Tahap awal, sebagaimana dijelaskan oleh Hinderks et al. (2019), adalah kalkulasi nilai rata-rata (*mean*) untuk setiap responden, yang diklasifikasikan menurut skala UEQ. Perhitungan *mean* per *responden* ini merupakan salah satu rumus *fundamental* dalam pengolahan data UEQ.

Aspek	Nomor Pernyataan	Keterangan
Daya Tarik	1, 12, 14, 16, 24 dan 25	Nilai skor diakumulasikan dengan suatu nilai yang
Kejelasan	2, 4, 13 dan 21	merepresentasikan item pertanyaan, selanjutnya hasil penjumlahan tersebut dibagi kembali dengan nilai representatif dari item pertanyaan yang sama
Efisiensi	9, 20, 22, dan 23	
Ketetapan	8, 11, 17 dan 19	
Stimulasi	5, 6, 7 dan 18	
Kebaruan	3, 10, 15 dan 26	

$$\text{aspek UEQ} = \frac{\text{jumlah setiap nilai instrument}}{\text{banyak data}} \quad (1)$$

Setelah perolehan rerata skor individual responden pada tahap pertama, tahapan analisis data UEQ selanjutnya adalah melakukan kalkulasi rerata skala secara keseluruhan. Perhitungan ini didasarkan pada klasifikasi instrumen UEQ yang terdiri atas 26 item pertanyaan.

$$x = \frac{\text{jumlah data keseluruhan}}{\text{banyak data}} \quad (2)$$

Keterangan :

- Jumlah keseluruhan nilai yang diambil dari nilai setiap responden
- $x = \text{mean}$

Tahap analisis data UEQ selanjutnya, yaitu tahap ketiga, difokuskan pada penentuan nilai *Pragmatic Quality (PQ)* dan *Hedonic Quality (HQ)*. Kalkulasi kedua aspek kualitas ini dilakukan menggunakan formula spesifik seperti rumus berikut.

$$pq = \frac{\text{jumlah nilai kejelasan, efesinsi dan ketetapan}}{\text{banyak data}} \quad (3)$$

$$hq = \frac{\text{jumlah nilai kejelasan, efesinsi dan ketetapan}}{\text{banyak data}} \quad (4)$$

Selanjutnya, untuk menginterpretasikan signifikansi nilai yang diperoleh dari setiap skala UEQ, dilakukan perbandingan dengan acuan makna yang tersaji pada Tabel 2. Sebagai langkah final dalam tahapan ini, setelah perhitungan masing-masing skala dirampungkan, nilai rata-rata keseluruhan dari UEQ kemudian akan dikomparasikan dengan data *benchmark* yang telah ditetapkan.

Tabel 2. Skala UEQ untuk *benchmark interval*

	Daya tarik	Kejelasan	Efisiensi	ketetapan	Stimulasi	kebaruan
<i>Excellent</i>	$\geq 1,75$	$\geq 1,9$	$\geq 1,78$	$\geq 1,65$	$\geq 1,55$	$\geq 1,4$
<i>Good</i>	$\geq 1,52$ <1,75	$\geq 1,56$ <1,9	$\geq 1,47$ <1,78	$\geq 1,48$ <1,65	$\geq 1,31$ <1,55	$\geq 1,05$ <1,4
<i>Above Average</i>	$\geq 1,17$ <1,52	$\geq 1,08$ <1,56	$\geq 0,98$ <1,47	$\geq 1,14$ <1,48	$\geq 0,99$ <1,31	$\geq 0,71$ <1,05
<i>Below Average</i>	$\geq 0,7$ <1,17	$\geq 0,64$ <1,08	$\geq 0,54$ <0,98	$\geq 0,78$ <1,14	$\geq 0,5$ <0,99	$\geq 0,3$ <1,05
<i>Bad</i>	$< 0,7$	$< 0,64$	$< 0,54$	$< 0,78$	$< 0,5$	$< 0,3$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Alat Pembibitan Tanaman Berbasis IoT

Prototipe sistem pemantauan dan kontrol untuk pembibitan tanaman dibangun menggunakan komponen *microkontroller* arduino seperti tampak pada Gambar 5. Arduino terhubung dengan modul ESP8266 untuk konektivitas nirkabel, yang selanjutnya memungkinkan interaksi dengan antarmuka aplikasi Blynk. Melalui *platform* Blynk, pengguna dapat memantau berbagai *parameter* penting seperti kadar air dalam tanah, tingkat pH tanah, *volume* sisa larutan nutrisi, serta mengelola jadwal pemupukan.



Gambar 5. Alat IoT untuk monitoring pembibitan tanaman

Untuk pengukuran kondisi tanah, sistem ini memanfaatkan beberapa sensor spesifik. Kadar kelembaban tanah dideteksi menggunakan sensor kelembaban tanah kapasitif yang terintegrasi dengan papan Arduino. Nilai kelembaban dari setiap sensor yang tertanam di media tanam dapat dibaca secara

langsung melalui layar LCD yang tersedia sebagai output offline. Pengukuran tingkat pH tanah dilakukan oleh sensor pH tanah yang juga terhubung ke Arduino, dengan hasil pengukurannya ditampilkan pada LCD untuk pemantauan lokal.

Dalam hal pengendalian, sistem ini dilengkapi dengan *modul relay* empat kanal yang terhubung ke Arduino untuk mengatur aktuasi penyiraman air dan pemberian pupuk cair. Status operasional *relay* (aktif/nonaktif) juga dapat diverifikasi secara *offline* melalui tampilan pada LCD. Lebih lanjut, untuk memantau ketersediaan larutan nutrisi, digunakan sensor ultrasonik HC-SR04 yang terpasang pada Arduino. Ketinggian sisa larutan nutrisi dalam wadah dapat diketahui secara langsung melalui informasi yang ditampilkan pada LCD.



Gambar 6. Tampilan visualisasi data

Pada antarmuka tampilan, sistem ini menggunakan LCD berukuran 20x4 yang terhubung ke Arduino, berfungsi untuk menyajikan seluruh data pembacaan sensor secara *offline*. Selain itu, pada platform online, antarmuka aplikasi Blynk dirancang dengan halaman utama yang menampilkan visualisasi data grafis secara *real-time* untuk *parameter* kelembaban tanah, pH tanah, dan sisa larutan nutrisi, serta menyediakan akses ke fungsi kontrol sistem.

3.2 Uji Validitas

Menurut panduan umum, tingkat konsistensi internal yang memadai dalam suatu pengukuran ditunjukkan oleh nilai *koefisien reliabilitas Alfa Cronbach* (α) sebesar $\geq 0,7$ (Ningsih and Muzakir, 2021). Dalam konteks evaluasi usability menggunakan *User Experience Questionnaire* (UEQ), keenam dimensi yang diukur meliputi *attractiveness*, *perspicuity*, *efficiency*, *dependability*, *stimulation*, dan *novelty* reliabilitasnya diuji melalui analisis *Koefisien Alfa Cronbach* (Budiman, 2018). Proses interpretasi data yang berasal dari kuesioner ini difasilitasi oleh penggunaan perangkat analisis data berupa lembar kerja (Putra, Putra and Handayani, t.t.), yang melibatkan beberapa tahapan utama.

1. Dilakukan pengumpulan data mentah (data set) yang terdiri dari respons terhadap 26 item pertanyaan dengan menggunakan skala Likert 1 hingga 7.
2. Data mentah tersebut mengalami proses transformasi (data set transformed); untuk item pertanyaan yang memiliki orientasi makna positif, skor dikonversi ke dalam rentang nilai dari +3 (mengindikasikan evaluasi sangat baik) hingga -3 (evaluasi sangat buruk), sedangkan untuk item pertanyaan yang berorientasi makna negatif, skor juga direpresentasikan dalam rentang nilai antara -3 dan +3.
3. Dilakukan kalkulasi nilai rerata (mean) untuk setiap skala penilaian, yang selanjutnya dikelompokkan berdasarkan keenam atribut atau dimensi UEQ (results).

Hasil akhir dari setiap tingkatan skala pada keseluruhan atribut UEQ kemudian divisualisasikan dalam format grafik, yang memungkinkan perbandingan terhadap nilai *benchmark*. Lebih lanjut, Tabel 4 menyajikan secara rinci nilai korelasi antara item untuk setiap skala beserta *koefisien reliabilitas* yang dihasilkan. Berdasarkan data pada tabel tersebut, dilaporkan bahwa keenam aspek UEQ menunjukkan tingkat reliabilitas yang dapat diterima, yang dibuktikan dengan nilai α Cronbach untuk setiap skala yang melampaui ambang batas 0,7.

Tabel 4. Aspek UEQ berdasarkan nilai korelasi

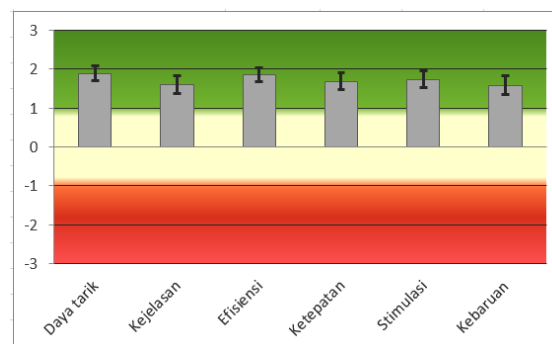
Aspek	α Cronbach's	Skala reliabel	keterangan
Daya Tarik	0,87		Realiabel
Kejelasan	0,81		Realiabel
Efisiensi	0,79	$\geq 0,7$	Realiabel
Ketetapan	0,75		Realiabel
Stimulasi	0,79		Realiabel
Kebaruan	0,85		Realiabel

3.3 Hasil Analisis UEQ

Analisis data yang berasal dari 30 *responden* pengguna kuesioner mengindikasikan variasi hasil pada keenam aspek yang diukur. Secara spesifik, tiga aspek yakni daya tarik, kejelasan, dan kebaruan mencapai skor ≥ 0.8 . Sebaliknya, tiga aspek lainnya, yaitu efisiensi, ketepatan, dan stimulasi menunjukkan skor ≤ 0.7 . Meskipun demikian, rerata skor skala secara keseluruhan tercatat sebesar ≥ 0.8 .

Lebih lanjut, evaluasi terhadap alat pembibitan tanaman berbasis IoT mengungkapkan bahwa rerata skor impresi pengguna secara konsisten melampaui > 1 untuk seluruh aspek yang dinilai. Di antara aspek tersebut, daya tarik dan efisiensi menunjukkan skor impresi yang mendekati 2. Keseluruhan temuan ini mengarah pada kesimpulan bahwa alat pembibitan tanaman berbasis IoT menghasilkan impresi pengguna yang positif. Visualisasi terperinci

mengenai hasil penilaian untuk masing-masing aspek disajikan dalam Gambar 7.



Gambar 7. Diagram aspek alat IoT pembibitan tanaman

3.3 Pembahasan Temuan

Temuan impresi pengguna yang sangat positif pada keenam dimensi UEQ (Gambar 7) memberikan bukti empiris yang kuat terhadap keberhasilan adopsi sistem. Hasil ini tidak hanya mengonfirmasi fungsionalitas teknis *prototipe*, tetapi menunjukkan penerimaan dan kemudahan penggunaan di tingkat pengguna akhir (petani). Jika dibandingkan dengan penelitian sejenis, kontribusi naskah ini menjadi lebih jelas. Sebagai contoh, studi oleh (Islamy & Wisudawati, 2023) dan (Dirayati et al., 2025) primernya berfokus pada validasi fungsional dan arsitektur sistem IoT untuk pertanian, seperti penggunaan protokol MQTT atau pengembangan fitur anjuran irigasi. Meskipun studi tersebut berhasil membuktikan kelayakan teknis, evaluasi mendalam mengenai pengalaman pengguna (UX) dari petani sebagai operator langsung belum menjadi fokus utama. Penelitian kami mengisi kesenjangan ini dengan menerapkan UEQ secara sistematis, yang menunjukkan bahwa aspek Kejelasan (mean > 1.5) dan Efisiensi (mean > 1.8) dinilai sangat tinggi, mengindikasikan bahwa desain antarmuka (Blynk dan LCD) berhasil mentransformasi data teknis yang kompleks menjadi informasi yang dapat dipahami dan ditindaklanjuti oleh petani.

Lebih lanjut, temuan ini secara langsung menanggapi tantangan yang diidentifikasi oleh (Sari & Sari, 2025), yang melaporkan rendahnya tingkat pemahaman (65%) dan kesiapan (60%) petani terhadap IoT. Studi penelitian ini menunjukkan bahwa melalui pendekatan *Participatory Action Research* (PAR) yang melibatkan pelatihan, pendampingan, dan pengembangan prototipe secara kolaboratif hambatan adopsi tersebut dapat diatasi secara efektif. Skor Kebaruan (mean > 1.5) dan Stimulasi (mean > 1.7) yang tinggi mengimplikasikan bahwa intervensi PAR tidak hanya meningkatkan literasi digital tetapi juga berhasil merangsang ketertarikan dan motivasi petani terhadap teknologi baru. Dengan demikian, perbedaan kunci penelitian ini tidak terletak pada superioritas teknis sensor, melainkan pada validasi model implementasi (R&D + PAR) yang terbukti menghasilkan penerimaan

pengguna (UX) yang jauh lebih tinggi di konteks komunitas pedesaan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merancang, mengimplementasikan, dan mengevaluasi sistem aplikasi monitoring pembibitan tanaman berbasis *Internet of Things (IoT)* sebagai salah satu upaya mendukung inisiatif *Smart Village*. Prototipe sistem yang dikembangkan mampu melakukan pemantauan *parameter* seperti kelembaban tanah, pH tanah, dan volume larutan nutrisi secara *real-time*, serta menyediakan antarmuka lokal melalui LCD dan akses jarak jauh melalui aplikasi Blynk. Pendekatan *Participatory Action Research (PAR)* yang dikombinasikan dengan metode *Research and Development (R&D)* memastikan bahwa pengembangan dan implementasi sistem melibatkan partisipasi aktif masyarakat petani, khususnya di Desa Cot Baroh, Kabupaten Pidie, Aceh.

Hasil evaluasi terhadap 30 responden berdasarkan pengalaman pengguna menggunakan *User Experience Questionnaire (UEQ)*, menunjukkan bahwa sistem aplikasi monitoring pembibitan tanaman berbasis IoT ini mendapatkan impresi yang positif. Seluruh enam aspek yang diukur, daya tarik, kejelasan, efisiensi, ketetapan, stimulasi, dan kebaruan memperoleh nilai rata-rata impresi di atas 1, yang mengindikasikan penerimaan yang baik dari pengguna. Skor reliabilitas yang tinggi (Cronbach's Alpha $\geq 0,75$ untuk semua aspek) juga menegaskan konsistensi alat ukur yang digunakan. Temuan ini menjawab tujuan penelitian untuk mengembangkan *prototipe* yang terjangkau dan mudah digunakan, memberikan pendampingan dalam penggunaannya, serta menganalisis tanggapan awal masyarakat. Penerapan sistem monitoring pembibitan tanaman berbasis IoT ini adalah solusi yang efektif dan diterima dengan baik oleh pengguna untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan pembibitan tanaman. Keberhasilan ini tidak hanya berpotensi meningkatkan pemahaman dan keterampilan petani dalam memanfaatkan teknologi digital, tetapi juga memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan pertanian dan penguatan konsep *Smart Village* di pedesaan.

Penelitian ini menghasilkan implikasi teoretis dan praktis yang signifikan. Secara teoretis, studi ini memberikan kontribusi pada *literatur Smart Village* dan Adopsi Teknologi dengan memvalidasi secara empiris model implementasi R&D dan PAR. Temuan ini memperkaya *Technology Acceptance Model (TAM)* dan teori UX dalam konteks agrikultur pedesaan, dengan menunjukkan bahwa intervensi partisipatif adalah prediktor kuat untuk penerimaan positif (sebagaimana terukur oleh UEQ) terhadap teknologi IoT. Studi ini menggeser fokus dari sekadar ketersediaan teknologi menjadi pentingnya proses sosio-teknis dalam implementasinya.

Dari sisi praktis dan industri, dampak penelitian ini bersifat ganda. Bagi praktisi pembangunan komunitas (pemerintah daerah dan LSM), model R&D+PAR yang diterapkan di Desa Cot Baroh dapat direplikasi sebagai cetak biru (*blueprint*) yang teruji untuk program digitalisasi pertanian, memastikan bahwa investasi teknologi selaras dengan kebutuhan nyata dan kapasitas pengguna. Bagi industri agriteknologi, hasil UEQ yang positif ini mengonfirmasi adanya permintaan pasar untuk solusi IoT yang berbiaya rendah (*low-cost*), andal (*dependable*), dan mudah digunakan (*usable*). Keberhasilan antarmuka Blynk dan LCD *offline* menunjukkan bahwa solusi hibrida (*online-offline*) lebih menarik, memberikan panduan desain yang krusial bagi pengembang untuk merancang produk yang sesuai dengan kondisi infrastruktur digital di wilayah pedesaan.

Meskipun penelitian ini berhasil mencapai tujuannya, terdapat beberapa keterbatasan yang membuka ruang untuk penelitian selanjutnya. Evaluasi UEQ dilakukan pada 30 petani di satu lokasi (Desa Cot Baroh), sehingga generalisasi temuan ke konteks geografis atau komoditas lain memerlukan studi replikasi dengan sampel yang lebih besar dan beragam. Fokus evaluasi adalah pada pengalaman pengguna (UX) dan penerimaan awal, bukan pada dampak agronomis atau ekonomi secara kuantitatif.

Penelitian selanjutnya sangat disarankan untuk melakukan studi *longitudinal* guna mengukur dampak jangka panjang dari adopsi sistem ini terhadap parameter kuantitatif, seperti peningkatan produktivitas bibit, efisiensi penggunaan air, dan analisis *cost-benefit* bagi petani. Arah penelitian selanjutnya juga harus berfokus pada evolusi *prototipe* dari sistem monitoring menjadi sistem kontrol otomatis. Hal ini melibatkan integrasi aktuator yang dipicu oleh ambang batas data sensor, serta mengevaluasi kembali pengalaman pengguna terhadap sistem. Saran berikutnya, data historis yang dikumpulkan oleh sensor membuka peluang untuk penerapan analisis prediktif atau *machine learning* sederhana guna memberikan rekomendasi preskriptif kepada petani, tidak hanya data deskriptif.

DAFTAR PUSTAKA

- BUDIMAN, A., 2018. Validitas dan Reliabilitas Penelitian Kesehatan Menggunakan SPSS. Yogyakarta: Gowsyen Publishing.
- DIRAYATI, F., ANGGUN SARI, R., & PURNOMO, R. F. 2025. Perancangan dan Implementasi Sistem Smart Agriculture Berbasis Internet of Things untuk Meningkatkan Produktivitas Pertanian. *Jurnal Media Informatika*, 6(2), 863-872. <https://doi.org/10.55338/jumin.v6i2.4982>
- ELIJAH, O., RAHMAN, T.A., ORIKUMHI, I., LEOW, C.Y. dan HINDIA, M.N., 2018. An Overview of Internet of Things (IoT) and

- Data Analytics in Agriculture: Benefits and Challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 5(5), pp.3758-3773.
- FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS), 2022. *The State of Food and Agriculture 2022: Leveraging Automation in Agriculture for Transforming Agrifood Systems*. Rome: FAO.
- HINDERKS, A., SCHREPP, M., THOMASCHEWSKI, J., 2019. Construction of a Benchmark for the User Experience Questionnaire (UEQ). *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 5(4), pp.99-103.
- ISLAMY, I. dan WISUDAWATI, L.M., 2023. Sistem Monitoring Smart Garden Tanaman Cabai Berbasis IoT Menggunakan Protokol MQTT, Node Red, dan Telegram Bot. *Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis dan Biosistem (Teknotan)*, 11(2), pp.123-134.
- KEMENTERIAN DESA, PEMBANGUNAN DAERAH TERTINGGAL, DAN TRANSMIGRASI (KEMENDESA PDPT), 2021. *Panduan Desa Cerdas (Smart Village) Versi 1.0*. Jakarta: Kementerian Desa, Pembangunan Daerah Tertinggal, dan Transmigrasi.
- KUMAR, S., RAJASREE, M.S. dan ANUSUDHA, K., 2020. IoT Based Smart Greenhouse Monitoring System using WSN. *Materials Today: Proceedings*, 33(1), pp.369-374.
- MUELLER, V., GREYER, L., SHAYEB, S., SINCLAIR, M., RICKER-GILBERT, J. dan FEFSENSEE, K., 2021. Climate change and rural-urban migration: A review of data, models and empirical evidence. *World Development*, 146, 105532.
- NINGSIH, R. dan MUZAKIR, A., 2021. Analisis Validitas dan Reliabilitas Instrumen Minat Belajar Matematika Siswa SMP. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), pp.563-571.
- PUTRO, S., KUSRINI, K. dan KURNIAWAN, M.P., 2020. Penerapan Metode UEQ dan Cooperative Evaluation untuk Mengevaluasi User Experience Laporan Bantul. *Creative Information Technology Journal*, 6(1), pp.27-37.
- PUTRA, A.B.S., PUTRA, I.K.G.D. dan HANDAYANI, N.L.P.S., (n.d.). 2023. Analisis User Experience pada Aplikasi Mobile MyPertamina Menggunakan User Experience Questionnaire (UEQ) dan Net Promoter Score (NPS). Vol. 7 no. 2
- RIDWAN, BUSTAMI dan MAULIDI, 2024. Penerapan Human Centered Design dan Usability melalui User Experience Questionnaire pada Aplikasi Petani Aceh Smart. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, Vol 11 No 2.
- SARI, Y.N. dan SARI, M., 2025. Inovasi Teknologi IoT untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan di Kabupaten Lahat. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 22(1), vol. 8. No. 1
- SENSUS PERTANIAN, 2023. *Hasil Sementara Sensus Pertanian 2023 (ST2023) - Angka Sementara*. Jakarta: Badan Pusat Statistik (BPS).
- VERON, M., BAIDOWI, T. dan PERMANA, A.Y., 2023. Analisis User Experience Aplikasi MyTelkomsel Menggunakan Metode User Experience Questionnaire (UEQ). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(5), pp.2345-2354.
- WEDAYANTI, N.L.P.A., WIRDIANI, N.K.A. and PURNAWAN, I.K.A., 2019. Evaluasi Aspek usability pada aplikasi Simalu menggunakan metode usability testing. *J. Ilm. Merpati (Menara Penelit. Akad. Teknol. Informasi)*, 7(2), p.113.