

SISTEM PENGUKURAN KADAR AIR PADA BIJI KAKAO BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

¹Muh. Al-Hijr Asqalani, ²A.Akhmad Qaslim, ³ Sri Astuti

^{1,3}teknik Informatika, Universitas Al Asyariah Mandar, Polewali Mandar, Indonesia

²Sistem Informasi, Universitas Al Asyariah Mandar, Polewali Mandar, Indonesia

¹muhalhijrasqalani@gmail.com, ²medqashlim@gmail.com, ³Sriastuthi2@gmail.com

ABSTRAK

Pertanian modern saat ini mulai mengadopsi teknologi untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi produksi, salah satunya dalam pengolahan biji kakao yang sangat dipengaruhi oleh kadar air. Masalah utama yang dihadapi petani adalah kesulitan dalam mengetahui tingkat kadar air pada biji kakao secara akurat, yang berdampak pada kualitas dan harga jual produk. Penelitian ini menggunakan metode VDI 2206 dalam merancang sistem pengukuran kadar air berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP8266, sensor Soil Moisture, dan sensor DHT11. Solusi yang ditawarkan adalah sistem otomatis yang dapat menampilkan kadar air secara real-time melalui LCD OLED dan website monitoring sehingga petani dapat memantau kelembaban tanpa metode manual. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik dalam tiga kondisi pengujian (tanah kering, tanah basah, dan biji kakao) dan memberikan informasi yang akurat serta mudah diakses oleh pengguna.

Kata Kunci— *Internet Of Things (IOT)*, kadar air, biji kakao, ESP8266, sensor Soil Moisture, VDI 2206

ABSTRACT

Modern agriculture is now starting to adopt technology to improve production quality and efficiency, one of which is in the processing of cocoa beans, which is strongly influenced by moisture content. The main problem faced by farmers is the difficulty in knowing the level of moisture content in cocoa beans accurately, which has an impact on the quality and selling price of the product. This research uses the VDI 2206 method in designing an Internet of Things (IoT)-based moisture measurement system by utilizing the ESP8266 microcontroller, Soil Moisture sensor, and DHT11 sensor. The solution offered is an automated system that can display real-time moisture content through an OLED LCD and monitoring website so that farmers can monitor moisture without manual methods. The results show that the system is able to work well in three test conditions (dry soil, wet soil, and cocoa beans) and provides accurate information and is easily accessible by users.

Keywords— *Internet Of Things (IOT)*, moisture content, cocoa beans, ESP8266, Soil Moisture sensor, VDI 2206

1. PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao* L.) adalah tanaman pertanian yang memiliki nilai ekonomi tinggi, terutama di negara-negara penghasil kakao seperti Indonesia. Kakao tidak hanya menjadi bahan baku utama industri cokelat, tetapi juga berkontribusi signifikan terhadap pendapatan petani dan perekonomian nasional. Indonesia menempati urutan ketiga sebagai penghasil biji kakao terbesar di dunia dengan persentase pasar sebesar pasar sekitar 15,68% (Mauliddiyah, 2021).

Kakao adalah barang ekspor dan sering dimanfaatkan dalam industri makanan yang berkaitan dengan cokelat. Indonesia adalah penghasil kakao terbesar ketiga di dunia setelah Pantai Gading dan Ghana, dengan laju pertumbuhan produksi sekitar 3,5% setiap tahun. Produksi biji kakao yang masih basah di Indonesia mencapai 600.000 ton pada periode 2010-2011, dan diprediksi akan melebihi 700.000 ton pada periode 2011-2012. (Bintang 2022, n.d.)

Dalam sektor kakao, persentase kelembapan yang optimal untuk biji kakao adalah antara 6-8%. Tingkat kelembapan yang berlebihan dapat mengakibatkan kerusakan akibat jamur dan hama, sementara tingkat kelembapan yang terlalu rendah dapat mengurangi cita rasa dan aroma cokelat. Studi menunjukkan bahwa pemeriksaan kadar air yang tepat sangat krusial untuk mempertahankan mutu biji kakao dan meningkatkan daya saing produk di pasar global (Fatmawati et al., 2023).

Kandungan air pada biji kakao merupakan salah satu faktor krusial yang mempengaruhi mutu dan ketahanan penyimpanan biji kakao. Tingkat kelembapan yang optimal untuk biji kakao yang sudah dikeringkan umumnya berada diantara 6% hingga 7%. Tingkat kelembapan yang melebihi 8% dapat mengakibatkan kerusakan akibat infeksi jamur dan serangga, sedangkan kelembapan di bawah 5% dapat membuat biji kakao menjadi mudah patah dan rapuh (Retno Dumadi, 2011).

Perangkat ini akan membantu para petani kakao untuk mengukur kadar air dalam sebuah wadah dan untuk mengetahui nilai kadar air yang optimal, dan pengembangnya menggunakan LED berwarna untuk memudahkan penentuan kualitas yang baik. Di sini para petani menghadapi masalah dalam memeriksa kadar air karena berdampak besar pada penetapan harga jual. Masalah umum yang sering dihadapi petani dalam pengolahan biji kakao adalah kurangnya pengetahuan petani dalam menggunakan teknik pengeringan modern, sehingga mereka masih bergantung pada cara tradisional yang mengandalkan penjemuran di bawah sinar matahari. (Valentin et al., 2020).

2. TINJAUAN PUSTAKA

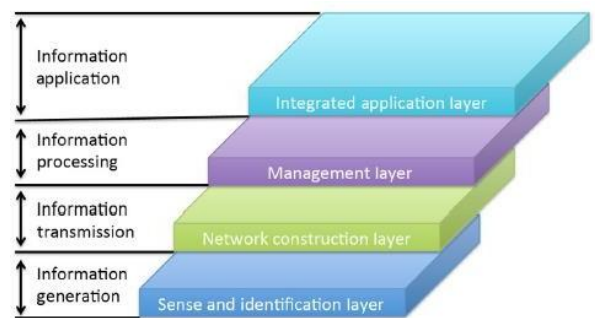
2.1. *Internet of Things*

IoT merupakan jaringan internet yang memfasilitasi, mengatur, dan memindahkan informasi digital yang dihasilkan oleh perangkat sensor, seperti RFID, meter pintar, GPS, pemindai, serta sensor inframerah (Momoh, 2009). Sensor dalam jaringan IoT berfungsi untuk mengenali parameter dalam perangkat, baik

melalui jaringan kabel maupun nirkabel, guna memperoleh data yang tepat dan menawarkan kontrol secara waktu nyata (R. Rahman et al., 2020)

Perangkat Internet of Things terdiri dari empat tingkat utama, yang masing-masing terintegrasi untuk mengoptimalkan kinerja *Internet of Things*. Keempat lapisan ini saling terhubung dan mendukung satu sama lain untuk memastikan bahwa perangkat IoT beroperasi secara optimal.

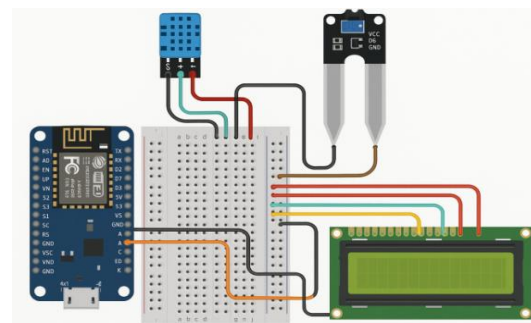
Gambar 1 menampilkan lapisan utama dari perangkat IoT.



Gambar 1 Lapisan Perangkat IoT

Gambar 1 memperlihatkan empat Lapisan-lapisan utama pada perangkat IoT dijelaskan dimulai dari lapisan pertama, yaitu lapisan sensor yang berfungsi untuk mengumpulkan data, lalu lapisan kedua adalah jaringan atau saluran transmisi untuk mengirimkan data, lapisan ketiga adalah data yang diolah menjadi informasi yang diperlukan oleh perangkat manajemen, dan lapisan terakhir adalah tempat di mana aplikasi berjalan dalam bentuk pemantauan web untuk visualisasi data (A. Rahman et al., 2023)

2.2. *Diagram Blok system perangkat IoT*



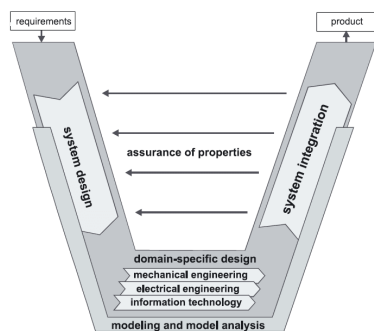
Gambar 2 Blok diagram system perangkat IoT

Gambar diatas merupakan Block diagram dari sistem perangkat IoT yang digunakan untuk memantau kadar air pada biji kakao dan tanah. System terdiri atas beberapa elemen utama yaitu sensor kelembapan udara (DHT11), sensor kelembapan tanah, mikrokontroler ESP8266, dan layar LCD. Sensor tersebut berfungsi untuk membaca data, kemudian mengirimkan data ke ESP8266 untuk di proses.

Hasil pengolahan data kemudian di tampilkan pada layar LCD sebagai informasi kadar air secara real-time. Diagram ini menggambarkan alur kerja system secara sederhana namun efektif dalam pemantauan kualitas lingkungan pertanian berbasis IoT. Empat jenis kabel digunakan untuk menghubungkan setiap perangkat, yaitu kabel GND hitam, kabel data transmisi kuning, dan kabel VCC merah dan kabel sinyal data berwarna hijau.

3. METODE YANG DIUSULKAN

Proses perancangan, produksi, pengujian, dan evaluasi hasil sistem menerapkan metode VDI 2206, yang merupakan panduan untuk merancang sistem mekatronika. Metode VDI 2206 terdiri dari enam prosedur. Metodologi desain mekatronika berlandaskan pada kombinasi berbagai disiplin ilmu perancangan, sehingga produk yang dihasilkan menjadi lebih sinergis. Mekatronika adalah kolaborasi dalam penggabungan sistem mekanik, listrik, dan komputer dengan sistem informasi untuk desain dan produksi produk serta proses. Kolaborasi yang tercipta melalui penggabungan parameter yang sesuai dapat menghasilkan hasil akhir yang lebih unggul daripada sekadar total biasa bagian bagiannya (Putra et al., 2020).

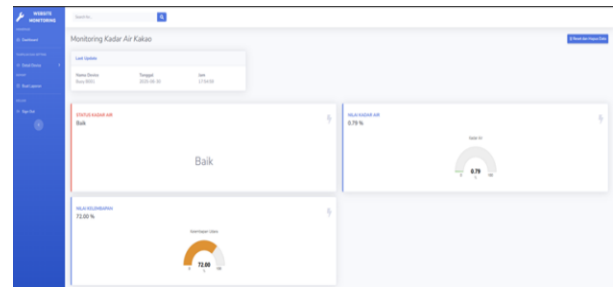


Gambar 3 V Model VDI 2206

Sistem ini dibuat untuk mengembangkan solusi antar domain berupa konsep yang mencerminkan bentuk fisik dan logis dalam pengoperasian produk. Untuk meraih tujuan ini, setiap fungsi akan dibagi menjadi sejumlah bagian fungsional (subsistem). Komponen-komponen fungsi sistem akan ditentukan berdasarkan prinsip kerja dan kinerja dari setiap fungsi (Aminah et al., 2019).

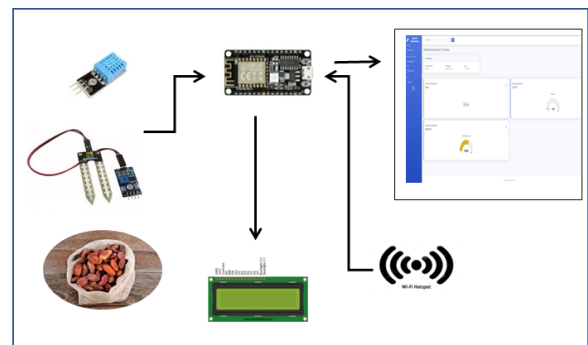
4. HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian ini adalah alat Internet of Things (IoT) yang akan diterapkan untuk mengukur kadar air pada biji kakao dan tanah. Perangkat IoT ini mampu mengidentifikasi kadar air pada biji kakao dan tanah dan menyajikan informasi pada layar LCD Oled yang disediakan serta mengirim data kadar air pada website monitoring. Informasi yang disajikan berupa grafik kadar air yang berubah secara real time serta indikator kondisi kadar air pada biji kakao dan tanah tertentu. Adapun antarmuka halaman monitoring kadar air.



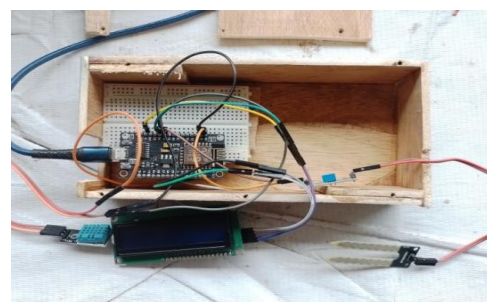
Gambar 4 Hasil

Tampilan monitoring kadar air Gambar 4 merupakan tampilan utama pada website monitoring yang memberiksn informasi mengenai Kandungan air pada biji kakao dan tanah. Tingkat kelembapan dalam biji kakao dan tanah tanah dapat di lihat di status, nilai kadar air dan status yang ditampilkan di website monitoring, hasil identifikasi pada sensor yang secara otomatis memberikan informasi tentang kadar air biji kakao dan tanah.



Gambar 5 Infrastruktur Teknologi

Gambar 5 diatas merupakan infrastruktur alur sistem pengukuran kadar air. infrastruktur diatas menjelaskan bahwa proses cara kerja sebuah sistem pengukuran kadar air pada biji kakao secara sederhana. Perangkat IoT yang terdiri dari sensor soil moisture dan sensor DHT11 akan mentransmisikan data menggunakan jaringan sinyal WiFi yang dihasilkan oleh ESP8266, data akan dikirim melalui model WiFi ESP8266 sebagai sarana transmisi server atau hosting utama dan kemudian dapat diakses di layar LCD serta melalui web monitoring



Gambar 6 Rancangan Perangkat IoT

Pada gambar diatas menjelaskan tentang rancangan perangkat IoT cara kerja sensor soil moisture dan sensor

dht11 yang mengirim data melalui esp8266 yang berfungsi untuk memberikan sinyal wifi untuk mengirim hasil data ke layar lcd dan web monitoring.

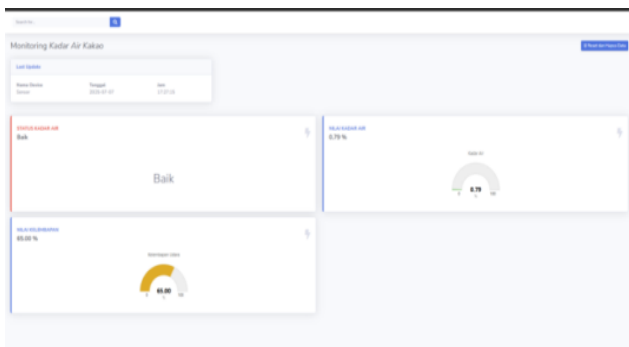
1. Kelayakan perangkat

Perangkat-perangkat yang digunakan dalam system ini layak digunakan karena memiliki fungsi yang sesuai dengan kebutuhan pemantauan kadar air pada tanah dan biji kakao. Sensor kelembaban tanah dan sensor DHT11 mampu memberikan data yang cukup akurat mengenai kelembaban tanah dan udara. Mikrokontroler ESP8266 di nilai layak karena mendukung konektivitas WiFi, sehingga memungkinkan pengiriman data secara real-time. Selain itu, penggunaan LCD sebagai media output juga efektif untuk menampilkan informasi secara langsung kepada pengguna. Dengan demikian, semua komponen dalam system ini saling mendukung dan layak digunakan untuk implementasi system monitoring berbasis IoT di bidang pertanian.

2. Pengujian Perangkat

Dalam pengujian kelayakan perangkat, saya akan menguji dalam tiga kondisi yang berbeda. Pengujian perangkat di maksudkan untuk memastikan bahwa sensor pada alat bekerja dengan baik dan system monitoring menunjukkan nilai pada objek yang di deteksi oleh senso.

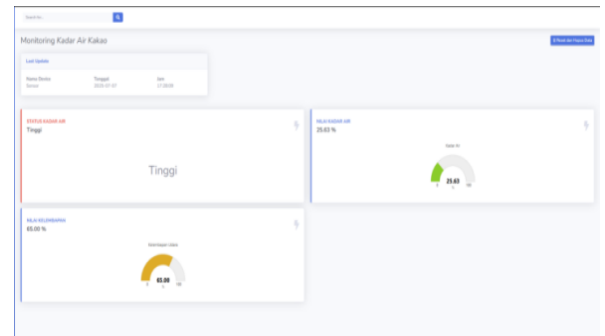
a. Pengujian pada tanah kering



Gambar 7 pengujian tanah kering

Gambar diatas menunjukkan proses pengujian perangkat IoT pada yang dilakukan pada kondisi tanah kering. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa sensor yang dipakai mampu mendeteksi dan membaca kadar air serta kelembaban tanah yang minim kandungan air. Pada saat pengujian sensor menunjukkan nilai kadar air sebesar 0.79% dan nilai kelembaban sebesar 65.00%. Nilai ini menunjukkan bahwa lahan memiliki kadar air yang tinggi baik dan sesuai dengan kondisi media yang digunakan pada pengujian. Sementara itu, nilai kelembaban tetap menunjukkan angka yang cukup tinggi, kemungkinan dipengaruhi oleh kelembaban udara sekitar.

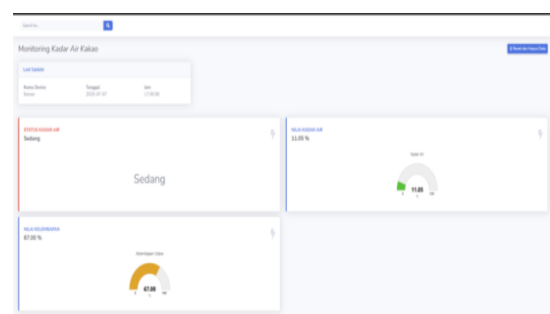
b. Pengujian pada tanah basah



Gambar 8 pengujian tanah basah

Gambar di atas menunjukkan pengujian kedua, objek yang digunakan tanah basah untuk mengamati bagaimana sensor mendeteksi tingkat kelembaban pada kondisi objek yang memiliki kadar air tinggi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor mendeteksi kadar air sebesar 25.63% dan nilai kelembaban sebesar 65.00%. Nilai kadar air tersebut termasuk tinggi, yang sesuai dengan karakteristik tanah basah, dimana air masih cukup banyak tersimpan dalam pori-pori tanah. Nilai kelembaban yang tinggi juga mengindikasikan bahwa tanah masih mengandung uap air yang cukup signifikan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa perangkat IoT yang di rancang mampu mengukur kadar air dan kelembaban tanah dengan akurat sesuai dengan kondisi nyata di lapangan.

c. Pengujian pada biji kakao



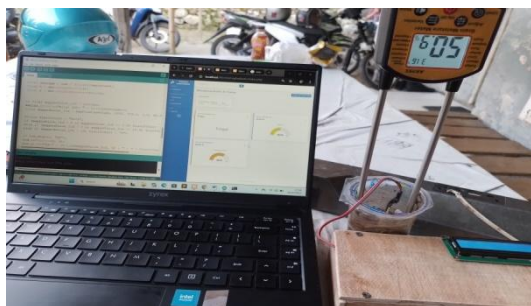
Gambar 9 pengujian biji kakao

Gambar diatas Menunjukkan proses pengujian ketiga dengan menggunakan objek biji kakao, sebagaimana tujuan utama dari penelitian ini yaitu untuk mengukur kadar air pada biji kakao menggunakan system pengukur kadar air biji kakao berbasis Internet of Things (IoT). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor mendeteksi nilai kadar air sebesar 11.5% dan kelembaban sebesar 67.00%. berdasarkan klasifikasi kadar air pada biji kakao, nilai tersebut termasuk dalam kategori sedang, yang berarti biji kakao belum sepenuhnya kering tetapi tidak terlalu lembap. Kadar air yang sedang ini penting diperhatikan dalam proses pasca panen, terutama dalam penyimpanan

dan pengeringan biji kakao. Jika kadar air terlalu tinggi, biji kakao berisiko terserang jamur atau membusuk. Sebaliknya, jika kadar air terlalu rendah, biji kakao dapat menjadi rapuh dan kehilangan kualitasnya. Dengan demikian, pengujian ini menunjukkan bahwa alat yang dirancang mampu membaca dan mengirimkan data kadar air dan kelembaban biji kakao secara akurat dan dapat digunakan untuk mendukung proses pengambilan keputusan dalam penanganan pasca panen biji kakao.

d. Hasil Kalibrasi

Kalibrasi setiap elemen merupakan langkah penyesuaian ulang atau pengaturan parameter atau sifat dari komponen elektronik agar sesuai dengan standar atau spesifikasi yang telah ditetapkan. Tujuannya adalah untuk menjamin komponen beroperasi dengan baik dan menghasilkan hasil yang tepat serta konsisten selama pemakaiannya



Gambar 10 Kalibrasi Alat

Gambar 10 Untuk menguji akurasi deteksi dari alat IoT yang dirancang, maka kami melakukan perbandingan deteksi dengan alat Grand Moisture, yang merupakan alat yang sudah berstandar SNI. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat IoT memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dengan selisih rata-rata nilai pengukuran yang masih berada dalam batas toleransi standar. Perbedaan nilai yang terjadi kemungkinan disebabkan oleh perbedaan sensitivitas sensor, metode kalibrasi, serta kondisi lingkungan saat pengujian dilakukan. Meskipun demikian, konsistensi data yang ditampilkan oleh alat IoT menunjukkan bahwa alat ini layak untuk digunakan sebagai alternatif monitoring kadar air secara digital dan real-time. Adapun hasil kalibrasinya dapat dilihat pada tabel 1

No.	Grain Moisture Meter				Otomatis			
	Tanah Basah	Tanah Kering	Kakao Basah	Kakao Kering	Tanah Basah	Tanah Kering	Kakao Basah	Kakao Kering
	1.	50.9%	50.9%	41.6%	23.2%	87.17%	42.83%	32.25

Tabel 1 Hasil Klibrasi

Tabel 1 merupakan hasil kalibrasi dari uji coba yang telah dilakukan, di mana pada tabel tersebut terlihat bahwa hasil pengukuran kadar air tanah basah secara

manual menggunakan alat Grain Moisture Meter dan secara otomatis melalui sistem pengukuran menunjukkan nilai yang berbeda, dengan selisih sebesar 36,27%. Selisih ini digunakan sebagai dasar untuk melakukan penyesuaian atau kalibrasi pada sistem pengukuran otomatis agar mendekati hasil pengukuran manual.

Selanjutnya, pada kondisi tanah kering, hasil pengukuran kadar air secara manual dan otomatis juga menunjukkan perbedaan nilai, dengan selisih sebesar 8,07%. Kemudian, pada objek kakao basah, selisih antara pengukuran manual dan otomatis tercatat sebesar 9,35%, sedangkan pada kakao kering terdapat selisih sebesar 22,39%. Keseluruhan data selisih tersebut menjadi acuan penting dalam proses kalibrasi untuk meningkatkan akurasi sistem pengukuran otomatis agar hasil yang diperoleh semakin mendekati pengukuran standar menggunakan alat Grain Moisture Meter.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem pengukuran kadar air pada biji kakao berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan mikrokontroler ESP8266, sensor Soil Moisture, dan sensor DHT11. Sistem ini dirancang untuk membantu para petani dalam mengukur kadar air secara real-time melalui tampilan di layar LCD OLED serta web monitoring. Permasalahan yang dihadapi petani dalam mengetahui tingkat kelembaban biji kakao dapat diatasi melalui alat ini, yang bekerja secara otomatis dan terhubung dengan jaringan internet.

Metode pengembangan yang digunakan, yaitu model VDI 2206, memberikan alur kerja terorganisir dari analisis kebutuhan sampai pengujian sistem. Hal ini berkontribusi besar dalam memastikan bahwa setiap komponen, baik perangkat keras maupun perangkat lunak, dapat berfungsi secara optimal dan terintegrasi. Perancangan sistem juga mempertimbangkan faktor efisiensi serta kemudahan penggunaan di lapangan, terutama bagi petani di daerah terpencil.

Daftar Pustaka

[1] S. Aminah, A. S. Sunarya, dan N. Hadiatiningsih, "Perancangan sistem peminjaman alat praktikum pada laboratorium dengan metode VDI 2206," dalam *Seminar Nasional Informatika dan Aplikasinya (SNIA)*, Sep. 2019.

[2] Bintang, "Rancang bangun uji volume air pada buah coklat kering menggunakan Arduino," 2022. [Online]. Tersedia: View of *RANCANG BANGUN UJI VOLUME AIR PADA BUAH COKLAT KERING MENGGUNAKAN ARDUINO*.pdf

[3] F. Fatmawati, R. Sunartaty, dan F. Meutia, "Validasi metode pengujian kadar air dengan analisis

- perbandingan akurasi dan presisi,” *Serambi Journal of Agricultural Technology*, vol. 5, no. 1, pp. 59–63, 2023, doi: 10.32672/sjat.v5i1.6214.
- [4] N. L. Mauliddiyah, “Analisis struktur kovarian terhadap indikator kesehatan pada lansia yang tinggal di rumah dengan fokus pada persepsi subjektif kesehatan,” vol. 2, p. 6, 2021.
- [5] G. S. A. Putra, A. Nabila, dan A. B. Pulungan, “Power supply variabel berbasis Arduino,” *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 1, no. 2, pp. 139–143, 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i2.53.
- [6] A. Rahman, A. Achmad, A. L. Arda, dan A. Qashlim, “Sistem monitoring pergerakan kapal nelayan tradisional menggunakan Internet of Things,” *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, vol. 9, no. 2, pp. 137–145, 2023.
- [7] R. Rahman, S. Syarli, dan B. Burhanuddin, “Penerapan sistem Internet of Things (IoT) monitoring pada kendaraan,” *Journal Pegguruang: Conference Series*, vol. 2, no. 1, p. 240, 2020, doi: 10.35329/jp.v2i1.1410.
- [8] S. R. Dumadi, “Peningkatan kadar air biji kakao kering selama penyimpanan pada suhu ruang,” *JITE*, vol. 1, no. 12, pp. 45–54, 2011.
- [9] R. D. Valentin, B. Diwangkara, J. Jupriyadi, S. D. Riskiono, dan E. Gusbriana, “Alat uji kadar air pada buah kakao kering berbasis mikrokontroler Arduino,” *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 1, no. 1, pp. 28–33, 2020, doi: 10.33365/jtikom.v1i1.87.