

Perancangan *Smart Agriculture System* Berbasis *Internet of Things*

Rich Hansel Harefa^{1*}, Hendra Gunawan²

¹Program Studi Teknik Informatika, ²Program Studi Sistem Informasi, STMIK IM, Indonesia

¹richhansel12@gmail.com, ²hendra@stmik-im.ac.id



Histori Artikel:

Diajukan: 23 Februari 2024

Disetujui: 31 Maret 2024

Dipublikasi: 31 Maret 2024

Kata Kunci:

Teknologi; Pangan;

IoT; Agriculture; Sensor

Digital Transformation

Technology (Digitech) is an

Creative Commons License This

work is licensed under a

Creative Commons Attribution-

NonCommercial 4.0

International (CC BY-NC 4.0).

Abstrak

Isu ketahanan pangan menjadi sorotan dunia dalam beberapa dekade terakhir. Pertumbuhan populasi manusia yang tidak diimbangi dengan peningkatan produktifitas pangan menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan yang kedepannya sangat beresiko menjadi krisis pangan. Salah satu teknologi yang dikembangkan untuk meningkatkan produktifitas pangan diantaranya adalah *smart agriculture system*, yaitu sebuah metode yang memadukan sistem pengontrolan dan pemantauan terhadap komoditas tanaman dengan memanfaatkan akses jaringan Internet atau yang biasa kita dengar dengan istilah *Internet of Things (IoT)*. Pemanfaatan *IoT* pada bidang *agriculture* membuat petani diharapkan dapat meningkatkan hasil produksi dan kualitas hasil panen. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *waterfall* yang merupakan sebuah metode klasik dengan sistem yang linier. *Smart Agriculture System* yang direncanakan pada penelitian ini memanfaatkan *mikrokontroler NodeMCU ESP-8266, relay, sensor soil moisture YL-69, sensor DHT-11, pompa air, serta cloud computing thingspeak*. Perancangan *smart agriculture system* ini diharapkan menjadi salah satu solusi dalam upaya meningkatkan produktifitas dibidang pertanian.

PENDAHULUAN

Isu ketahanan pangan menjadi sorotan dunia dalam beberapa dekade terakhir. Pertumbuhan populasi manusia yang tidak diimbangi dengan peningkatan produktifitas pangan menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan yang kedepannya sangat beresiko menjadi krisis pangan. Sebagai langkah antisipasi terhadap kondisi tersebut, Organisasi Pangan dan Pertanian Dunia (FAO) memberikan sebuah solusi agar sektor pertanian dikelola secara efektif dan efisien dengan mengadaptasi teknologi inovatif agar dapat meningkatkan produktifitas. Salah satu teknologi yang dikembangkan untuk meningkatkan produktifitas pangan diantaranya adalah *smart agriculture system*, yaitu sebuah metode yang memadukan sistem pengontrolan dan pemantauan terhadap komoditas tanaman dengan memanfaatkan akses jaringan Internet atau yang biasa kita dengar dengan istilah *Internet of Things (IoT)* (Abraham et al., 2021).

Teknologi *IoT* sendiri pertama kali dikembangkan pada tahun 1999 oleh Kevin Ashton. Ide awalnya adalah bagaimana agar perangkat elektronik di lingkungan kerja kita dapat terhubung melalui jaringan *internet*. Seiring perkembangan zaman, penggunaan teknologi *IoT* tidak lagi terbatas pada lingkungan personal namun telah merambah ke berbagai bidang yang cakupannya lebih luas diantaranya sektor manufaktur, kesehatan, retail, dan *agriculture*. Pemanfaatan *IoT* pada bidang *agriculture* membuat petani dapat dengan mudah meningkatkan hasil produksi dan kualitas hasil panen. Bentuk pemanfaatan teknologi *IoT* pada bidang *agriculture* tersebut berupa pemantauan kondisi tanaman, seperti kadar air, suhu, dan kelembapan sehingga petani dapat memberikan metoda perawatan yang tepat (Dwiyatno et al., 2022).

Inovasi teknologi komunikasi dan informasi dalam sektor pertanian merupakan integrasi dari penggunaan modul sensor dan *Mikrokontroler* (Schwartz, 2016). *Sensor* akan mengukur nilai dari faktor-faktor yang mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman. Berdasarkan nilai-nilai yang dijadikan parameter tersebut kemudian sistem akan melakukan proses otomatisasi terhadap kegiatan perawatan tanaman. *Smart Agriculture System* yang direncanakan pada penelitian ini memanfaatkan *mikrokontroler NodeMCU ESP-8266, relay, sensor soil moisture YL-69, sensor DHT-11, pompa air, serta cloud computing thingspeak*. *NodeMCU ESP-8266* berperan sebagai unit pemroses data yang akan mengolah informasi yang didapatkan dari sensor. *Sensor soil moisture YL-69* merupakan module untuk mendeteksi kelembaban tanah yang biasa digunakan untuk sistem penyiraman otomatis atau untuk memantau kelembaban tanah tanaman secara *offline* maupun *online*. *DHT-11* berisi *sensor* kualitas tertinggi dalam hal respons, pembacaan data yang cepat, dan kemampuan anti-interferensi dan banyak digunakan untuk berbagai aplikasi pengukuran suhu dan kelembaban. *Cloud computing thingspeak* berfungsi sebagai pengumpul data yang berasal dari perangkat node berupa sensor-sensor yang sudah terhubung ke internet dan juga memungkinkan pengambilan data dari perangkat lunak untuk keperluan visualisasi, notifikasi, kontrol dan analisis historis data (Dwiyatno et al., 2022).

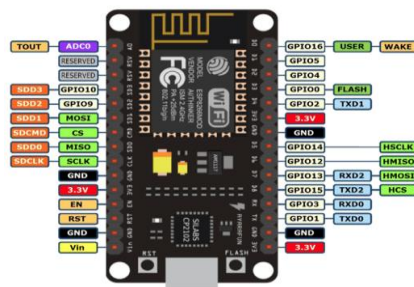
STUDI LITERATUR

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Dwiyatno et al., 2022), dilakukan perancangan sistem smart agriculture monitoring penyiram tanaman berbasis internet of things di lingkungan SMK Negeri 2 Pandeglang yang memiliki jurusan Agribisnis Produksi Tanaman dan Kultur Jaringan (APTKJ) dengan lahan praktek untuk pertanian seluas kurang lebih 500 m². Dari hasil pengujian, sistem yang dibangun mampu secara real-time melalui halaman web menampilkan data hasil pemantauan serta kontrol terhadap proses penyiraman tanaman untuk mengontrol tingkat kelembaban.

Kemudian pada penelitian (Ramady & Mahardika, 2021), dilakukan upaya implementasi smart agriculture system dengan memanfaatkan lahan terbatas rumah di wilayah perkotaan. Lalu pada penelitian (Dewi et al., 2021), dilakukan analisis terhadap kinerja aplikasi pemantauan dan pengendalian smart agriculture berbasis android. Hasil yang diperoleh berdasarkan pengujian fungsionalitas aplikasi (black box) menunjukkan bahwa aplikasi dapat memantau dan mengendalikan smart agriculture dengan baik secara online maupun offline oleh user.

A. NodeMCU ESP-8266

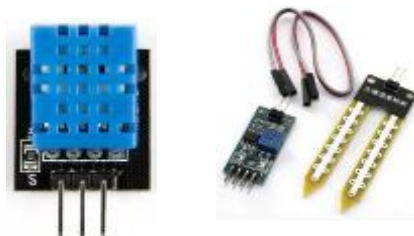
NodeMCU ESP-8266 merupakan mikrokontroler yang sudah terintegrasi dengan modul *WIFI ESP8266*. Perangkat ini bekerja pada tegangan 3.3 v serta memiliki tiga mode *WiFi: Station, Access Point*, dan keduanya. Arsitektur *NodeMCU ESP-8266* terdiri dari prosesor, memori, dan *GPIO*, sehingga membuatnya dapat bekerja secara independen tanpa memerlukan mikrokontroler tambahan. Dengan kemampuan operasi pada frekuensi tinggi, *NodeMCU ESP-8266* memungkinkan transfer data yang cepat sehingga menciptakan standar baru untuk kinerja perangkat *Wi-Fi*. *NodeMCU ESP-8266* menjadi katalisator dalam mempercepat evolusi teknologi nirkabel dan membawa konektivitas *Wi-Fi* yang efisien sehingga banyak dijadikan sebagai pilihan utama dalam pengembangan proyek-proyek inovatif dibidang *IoT* (Vanaja et al., 2018).



Gambar 1. *NodeMCU ESP-8266*

B. Module Sensor

Sensor merupakan perangkat pengindra yang digunakan untuk menangkap parameter-parameter alam seperti suhu, tekanan, kelembaban, kecepatan, dan fenomena lingkungan lainnya. Nilai dari parameter yang ditangkap oleh sensor masih berupa data analog dan perlu dikonversi terlebih dahulu menjadi data digital oleh mikrokontroler sehingga nilainya dapat diketahui oleh manusia secara tepat dan presisi. (Novelan & Amin, 2020).



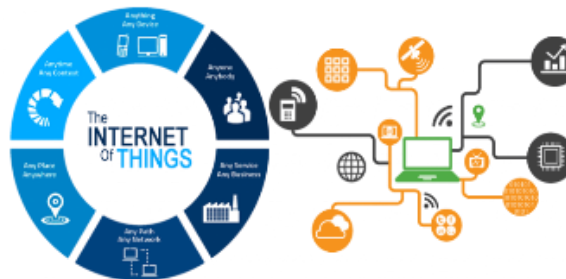
Gambar 2. *Module sensor*

C. Internet of Things

Internet of Things (IoT) merupakan teknologi yang dikembangkan dengan tujuan untuk menghubungkan berbagai perangkat melalui jalur komunikasi berbasis jaringan internet. Melalui IoT, aktivitas seorang user seperti browsing, processing, dan pengiriman data dapat dilakukan secara otomatis melalui sistem yang sudah saling

terhubung. Secara umum, IoT bekerja melalui mekanisme sinkronisasi berbagai jenis perangkat seperti perangkat lunak atau perangkat keras kedalam sebuah jaringan internet. Terdapat 3 buah unsur penting pada proses mekanisme kerja teknologi IoT, diantaranya sensor, gateway, dan cloud.

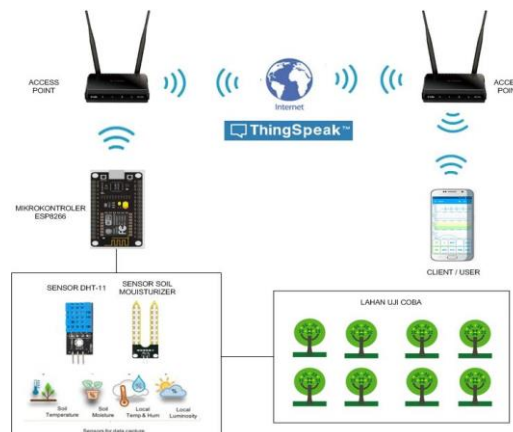
Pada teknologi IoT, sensor penginderaan yang digunakan bisa berupa sensor suhu, sensor kelembaban, sensor gerak, sensor gas dan lain sebagainya. Penggunaan sensor ini bertujuan untuk menghimpun data dari lingkungan objek yang terhubung kedalam suatu jaringan internet. Ketika perangkat sensor telah mengumpulkan sejumlah data, unit gateway kemudian bertugas untuk mengirimkan data tersebut ke database cloud melalui jaringan komunikasi internet. Gateway juga berperan dalam memproses dan pengambilan keputusan secara otomatis terhadap data tersebut, diantaranya dalam hal memutuskan atau menghubungkan perangkat yang sedang terkoneksi. Selanjutnya, data yang berhasil ditransmisikan kemudian akan segera dikirimkan ke server cloud. Cloud yang sudah terhubung dengan jaringan internet akan memberikan akses layanan yang diperlukan untuk pengelolaan IoT. Dengan demikian, user akan dapat memberikan instruksi kepada sebuah perangkat dengan cara mengakses data yang tersimpan pada cloud (Lestari & Mahardika, 2022).



Gambar 3. *Internet of things*

D. *Smart Agriculture System*

Smart Agriculture System merupakan sebuah metode yang menggabungkan teknologi automasi dan teknologi informasi komunikasi dengan tujuan untuk memudahkan petani dalam hal pengelolaan aktifitas pertanian dengan mengintegrasikan teknologi cerdas untuk mencapai hasil panen yang optimal. Secara singkat *smart agriculture system* menerapkan konsep pertanian berbasis teknologi cerdas (Pangestu et al., 2023).

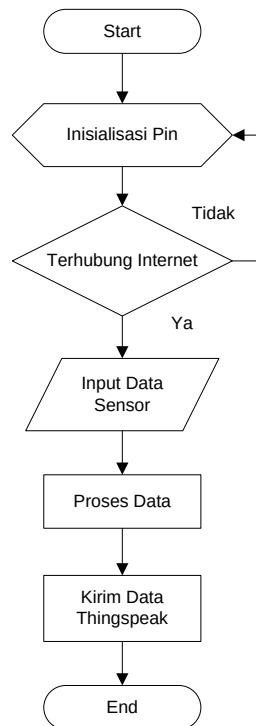


Gambar 4. *Smart agriculture syste*

METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode waterfall (Pawan et al., 2021). Metode waterfall merupakan sebuah metode klasik dengan sistem yang linier, yaitu input saat ini merupakan hasil output dari proses yang telah dilakukan sebelumnya (Rumetna et al., 2022). Metode perancangan pada penelitian ini dimulai dengan analisis terhadap kebutuhan pada tahap perencanaan (planning) lalu berlanjut ke tahap pemodelan (modeling), perancangan (design). Sedangkan studi literature berupa tindakan kajian yang dilakukan melalui sumber referensi berupa buku teks, jurnal ilmiah, dan website internet. Pada urutan perencanaan dilakukan estimasi terhadap keperluan akan bahan dan alat baik dalam bentuk software maupun hardware. Kemudian pada tahap berikutnya berupa penyusunan rencana kerja yang diantaranya dalam bentuk *schedule* kegiatan. Pada penelitian ini, tahapan pemodelan berupa hasil keseluruhan dari perancangan desain system perangkat lunak dan perangkat keras

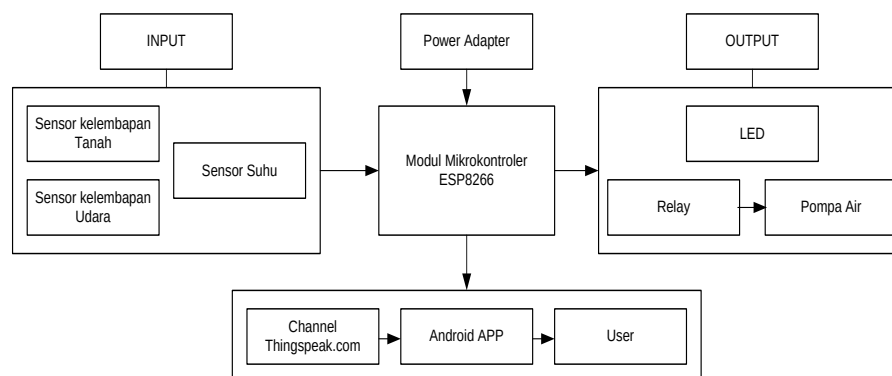
meliputi diagram integrasi system. Pada gambar 5 ditunjukkan desain flowchart perangkat lunak pada smart agriculture system yang akan dibuat:



Gambar 5. Flowchart Pemrograman

Berdasarkan gambar 5 diatas telah diperlihatkan flowchart kerja sistem dalam bentuk diagram alir, adapun tahapan kerjanya sebagai berikut:

- 1) **Start;** memulai program
- 2) **Proses inisialisasi** perangkat sistem yang terhubung melalui pin *NodeMCU ESP-8266*
- 3) Program melakukan uji konektivitas ke jaringan internet, jika terkoneksi maka sistem akan segera melakukan proses pengumpulan data menggunakan perangkat sensor. Jika tidak ditemukan koneksi internet maka sistem akan memulai proses inisialisasi kembali untuk memastikan keberadaan koneksi jaringan internet.
- 4) Sensor mulai membaca data
- 5) Data hasil pembacaan oleh sensor selanjtnya akan diproses oleh *NodeMCU ESP-8266* untuk selanjutnya dikirimkan ke *webserver ThingSpeak* (ESP8266 berperan sebagai pengirim data input dari sensor untuk ditampilkan pada ThingSpeak dan juga bertanggung jawab untuk sistem yang dibuat pada program ini. Kemudian data yang dibaca oleh sensor akan ditampilkan dalam bentuk nilai kondisi real time).
- 6) **End;** proses diakhiri



Gambar 6. Diagram Block Smart Agriculture System

Pada gambar 6 diatas, skema kerja sistem diawali dengan proses inisiasi terhadap kondisi lingkungan oleh perangkat *sensor* yang mana kemudian nilai yang diperoleh melalui pembacaan sensor tersebut akan dikirimkan ke *module ESP8266* untuk selanjutnya diproses sehingga menghasilkan instruksi tertentu. Hasil pengolahan data yang dilakukan oleh *module ESP8266* kemudian akan diubah menjadi instruksi *logic* yang akan menggerakkan kontrol otomasi dan data digital yang akan dikirimkan ke *cloud computing thingspeak* melalui jaringan internet. Data yang dikirimkan ke *database cloud computing thingspeak* kemudian dapat diakses *user* melalui *android app* (Rahmasari et al., n.d.).

HASIL

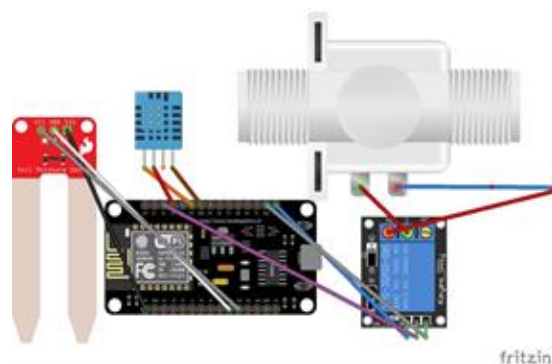
Smart agriculture system merupakan teknologi cerdas yang diterapkan pada lingkungan lahan pertanian. Teknologi yang diterapkan mampu mengukur parameter nilai suhu udara, kelembapan udara dan kelembapan tanah. Selain itu, teknologi ini telah mengintegrasikan mekanisme sistem penyiraman tanaman otomatis yang mengacu pada data hasil pembacaan sensor. Perancangan smart agriculture system ini memanfaatkan aplikasi berbasis android menggunakan library App Inventor dan cloud computing thingspeak (Hugeng et al., 2023) untuk menampilkan hasil pembacaan oleh sensor suhu dan kelembapan tanah. Hal ini memudahkan pengguna untuk mengetahui informasi mengenai kondisi tanah dengan menggunakan aplikasi berbasis *IoT (Internet of Things)* seperti penggunaan *smarthome* (Astutik, 2019).



Gambar 7. Desain *Smart Agriculture System*

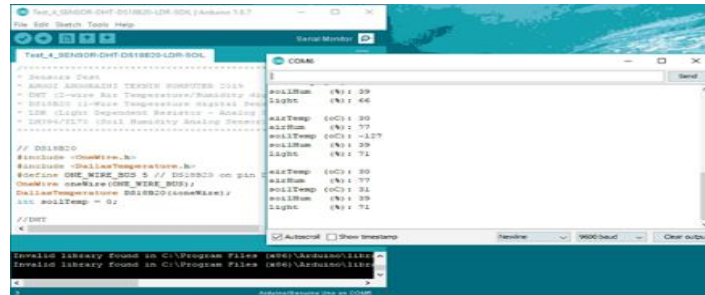
Pada gambar 8 diperlihatkan bahwa perancangan *smart agriculture system* ini diawali dengan pembuatan desain perangkat keras berikut wiring nya. Adapun perangkat keras yang dibutuhkan diantaranya:

- 1) Modul Wifi ESP-8266 sebagai unit pemrosesan data.
- 2) Sensor YL69 sebagai perangkat pengukur kelembapan tanah
- 3) Sensor udara DHT-11 sebagai perangkat pengukur suhu dan kelembababn udara.
- 4) Relay sebagai saklar yang memicu fungsi kontrol dari keran pompa air.
- 5) Pompa sebagai perangkat yang menarik dan mendistribusikan air.



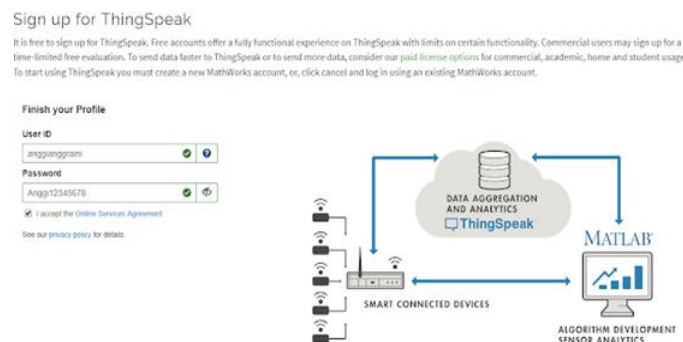
Gambar 8. Desain perangkat keras *smart agriculture system*

Tahapan berikutnya berupa pembuatan algoritma program smart agriculture system menggunakan aplikasi arduino IDE (Integrated Development Environment). Arduino IDE sendiri merupakan Software processing yang digunakan untuk menulis program kedalam perangkat keras Arduino, bahasa pemrograman yang digunakan merupakan penggabungan antara bahasa C++ dan Java.



Gambar 9. Pemrograman *smart agriculture system*

Agar mampu bekerja secara baik dan optimal maka perangkat keras yang sebelumnya telah dikonfigurasi terlebih dahulu harus diisi program yang dibuat menggunakan aplikasi Arduino IDE. Berikut adalah beberapa aplikasi yang digunakan sebagai *cloud computing* pada *smart agriculture system* yang akan dirancang. *ThingSpeak* terafiliasi dengan MathWorks, Inc, keseluruhan data pada ThingSpeak (Tapakire & Patil, 2019) terintegrasi pada repository Matlab sehingga dalam penggunaannya user sebelumnya diharuskan meregistrasikan diri pada situs ThingSpeak. Registrasi dapat dilakukan menggunakan account google pada halaman *register website Thingspeak*, <https://thingspeak.com>.



Gambar 10. Antarmuka halaman *thingspeak.com*

PEMBAHASAN

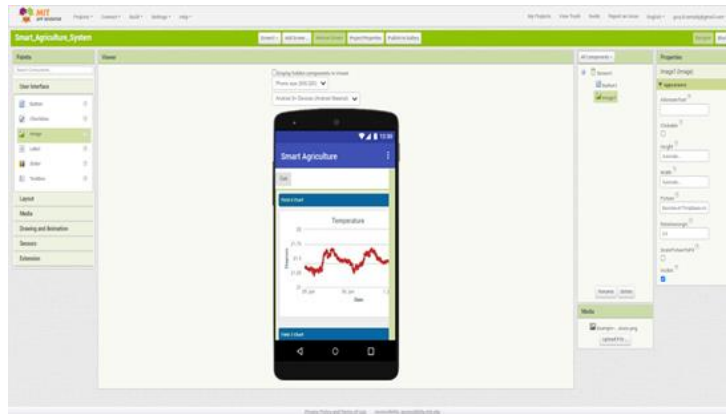
Setelah melakukan registrasi akun, channel baru selanjutnya dapat dibuat, pada setiap channel berisikan field yang konfigurasinya dapat kita atur. Tahapannya yaitu dengan klik *new channel* untuk menambahkan Channel Data. Lalu menginputkan field yang kedepannya akan berisi data hasil pembacaan sensor yang berasal dari perangkat *NodeMCU ESP-8266*. Adapun tampilan channel yang telah dibuat pada aplikasi thingspeak sebagai berikut:



Gambar 11. Antarmuka pembuatan channel pada aplikasi *thingspeak*

Setelah memperoleh *Key akses Write data* pada menu *API Keys*, lalu dilanjutkan dengan *copy key* pada bagian *Write API Key*. Sedangkan *Key Read API Keys* dipergunakan untuk proses pembacaan data. *Channel ID* yang telah dibuat selanjutnya difungsikan untuk memberikan informasi data melalui antarmuka aplikasi android.

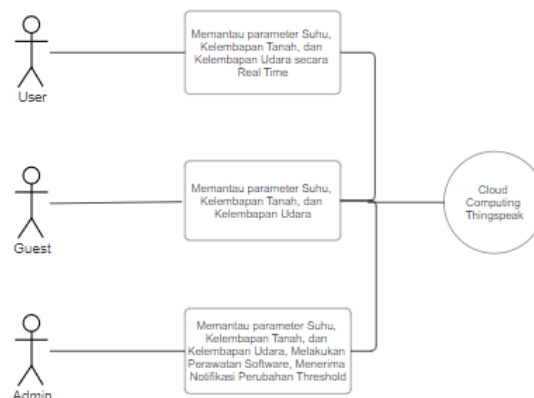
Perancangan algoritma pemrograman Android pada smart agriculture sistem ini menggunakan aplikasi App Inventor yang jauh lebih user friendly untuk digunakan karena sudah berbasis GUI sehingga memudahkan saat membangun sebuah aplikasi android yang akan digunakan user untuk mengaksesnya secara *remote*. MIT App Inventor dapat dijalankan baik secara online ataupun offline. Namun, terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara keduanya, utamanya dalam hal instalasi dan konfigurasi.



Gambar 12. Antarmuka MIT App Inventor

Pada aplikasi ini nantinya terdapat tiga jenis pengguna, yaitu *user*, *guest*, dan *admin/developer*. Hak akses yang diberikan kepada masing-masing pengguna berbeda seperti yang ditunjukkan pada gambar 13 dibawah:

- 1) **User:** Memiliki hak akses untuk memantau parameter Suhu, Kelembapan Tanah, dan Kelembapan Udara secara Real Time.
- 2) **Guest:** Memiliki Hak Akses untuk memantau parameter Suhu, Kelembapan Tanah, dan Kelembapan Udara sesuai update terakhir per periode perubahan (*non-real time*).
- 3) **Admin:** Memiliki Hak Akses untuk memantau parameter Suhu, Kelembapan tanah, dan Kelembapan udara, melakukan perawatan software serta menerima notifikasi perubahan *Threshold*.



Gambar 13. Diagram use case smart agriculture sistem

KESIMPULAN

Perancangan *smart agriculture system* ini diharapkan menjadi salah satu solusi dalam upaya meningkatkan produktifitas dibidang pertanian. Melalui penggunaan sistem ini, kontrol terhadap proses penyiraman air masuk dapat dikelola dengan lebih efisien dibandingkan menggunakan cara konvensional berupa penyiraman tanaman secara manual. Proses penyiraman tanaman dilakukan secara otomatisasi dan terjadwal, sistem akan bekerja berdasarkan instruksi yang diberikan oleh *NodeMCU ESP-8266*. Instruksi ini merupakan hasil dari pengolahan

nilai yang baca oleh sensor terhadap kondisi lingkungan dilingkungan lahan pertanian dan kemudian nilai-nilai tersebut dijadikan sebagai parameter tindakan yang harus dilakukan oleh sistem. Menggunakan aplikasi *android* berbasis *mobile*, petani dapat mengakses informasi mengenai kondisi lingkungan lahan pertaniannya secara *online* dan *realtime*.

REFERENSI

- Abraham, G., Raksha, R., & Nithya, M. (2021). Smart agriculture based on IoT and machine learning. *2021 5th International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC)*, 414–419.
- Astutik, R. P. (2019). Aplikasi Telegram Untuk Sistem Monitoring Pada Smart Farming: Telegram Application Monitoring System For Smart Farming. *Jurnal Teknologi Dan Terapan Bisnis*, 2(1), 1–6.
- Dewi, I. Z. T., Ulinuha, M. F., Mustofa, W. A., Kurniawan, A., & Rakhmadi, F. A. (2021). Smart farming: Sistem tanaman hidroponik terintegrasi IoT MQTT panel berbasis android. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 9(1), 71–78.
- Dwiyatno, S., Krisnaningsih, E., & Hidayat, D. R. (2022). S Smart Agriculture Monitoring Penyiraman Tanaman Berbasis Internet Of Things. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset Dan Observasi Sistem Komputer*, 9(1), 38–43.
- Hugeng, H., Rivaldo, A. M., & Utama, H. S. (2023). Building android application for smart agricultural system based on MIT inventor App2. *AIP Conference Proceedings*, 2680(1).
- Lestari, N. S., & Mahardika, A. G. (2022). Internet of Things Implementation for Development of Smart Agriculture Applications. *Journal of Physics: Conference Series*, 2394(1), 12035.
- Novelan, M. S., & Amin, M. (2020). Monitoring System for Temperature and Humidity Measurements with DHT11 Sensor Using NodeMCU. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 5(10), 123–128.
- Pangestu, A., Latifa, U., & Nurpulaela, L. (2023). Perancangan Sistem Monitoring Jarak Jauh Pada Smart Agriculture System. *Aisyah Journal Of Informatics and Electrical Engineering (AJIEE)*, 5(1), 1–11.
- Pawan, E., Thamrin, R. H. H., Hasan, P., Bei, S. H. Y., & Matu, P. (2021). Using Waterfall Method to Design Information System of SPMI STIMIK Sepuluh Nopember Jayapura. *International Journal of Computer and Information System (IJCIS)*, 2(2), 34–39.
- Rahmasari, F., Nursyahid, A., Setyawan, T. A., & Nugroho, A. S. (n.d.). Analisis Kinerja Aplikasi Pemantauan dan Pengendalian Smart Agriculture Berbasis Android. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 11(1), 23–30.
- Ramady, G. D., & Mahardika, A. G. (2021). Analisis Uji Implementasi Smart Agriculture System Pada Lahan Terbatas Rumah di Wilayah Perkotaan Berbasis Kontrol Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno. *Smart Comp: Jurnalnya Orang Pintar Komputer*, 10(2), 54–60.
- Rumetna, M. S., Lina, T. N., Rajagukguk, I. S., Pormes, F. S., & Santoso, A. B. (2022). Payroll information system design using waterfall method. *International Journal of Advances in Data and Information Systems*, 3(1), 1–10.
- Schwartz, M. (2016). *Internet of Things with ESP8266*. Packt Publishing Ltd.
- Tapakire, B. A., & Patil, M. M. (2019). IoTbased Smart Agriculture using Thingspeak. *Int. J. Eng. Res. Technol*, 8(185), 10–17577.
- Vanaja, K. J., Suresh, A., Srilatha, S., Kumar, K. V., & Bharath, M. (2018). IOT based agriculture system using node MCU. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 5(3), 3025–3028.