

## Rekomendasi dan Kontrol Penyiraman Tanaman Berbasis *Internet of Things* menggunakan Aplikasi *Mobile*

### *Recommendation and Watering Control based on Internet of Things using Mobile Application*

SYAFEI KARIM<sup>1\*</sup>, ENY MARIA<sup>2</sup>, ADELIA JULI KARDIKA<sup>3</sup>, IMRON<sup>2</sup>, EKO JUNIRIANTO<sup>2</sup>

#### Abstrak

Pertanian merupakan salah satu sektor yang sangat penting bagi Indonesia untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakatnya. Dalam pertanian, banyak hal yang harus diperhatikan khususnya tanah yang digunakan untuk bertanam seperti pH tanah, natrium (N), fosfor (P), kalium (K), dan juga kelembaban tanah. Untuk melakukan pengecekan kondisi tanah, petani perlu menggunakan alat bantu dalam pengecekannya. Terdapat konsep yang dapat digunakan untuk mengecek dan memantau kondisi tanah dengan memanfaatkan perangkat keras dan perangkat lunak yang berkomunikasi dengan internet. Konsep tersebut dinamakan dengan *Internet of Things*. Pada penelitian ini menerapkan konsep *Internet of Things* untuk memantau kondisi tanah dan kontrol pompa penyiraman serta memberikan rekomendasi penyiraman berdasarkan data sensor suhu dan kelembaban tanah. Sistem yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari sensor *node* dan pompa *node*. Berdasarkan hasil pengujian, sensor dapat berfungsi secara baik dengan berhasil mengirimkan data ke *Thingsboard* dan dapat ditampilkan pada aplikasi *mobile* serta memberikan rekomendasi penyiraman. Rekomendasi yang diberikan sistem tidak semua dilakukan oleh petani karena tergantung dengan cuaca yang ada di lokasi lahan.

Kata Kunci: Arduino, *Internet of Things*, Mobile, Smart Farming

#### Abstract

One of the most crucial industries in Indonesia for supplying its population with food is agriculture. Numerous factors need to be taken into account in agriculture, particularly the area that will be planted, including soil pH, potassium (K), phosphorus (P), sodium (N), and moisture. Farmers must employ instruments to assist in assessing the soil's condition. There is a concept that can be used to check and monitor soil conditions by utilizing hardware and software that communicates with the internet. This concept is called the *Internet of Things*. This research applies *Internet of Things* concept to monitoring soil conditions and control irrigation pumps and provide watering recommendations based on sensor data. The system used in this study consists of a sensor node and a pump node. Based on the test results, the sensor can effectively transmit data to *Thingsboard*, display the data on a mobile application, and provide watering suggestions. Farmers don't always follow the system's suggestions since they rely on the local weather conditions.

Keywords: Arduino, *Internet of Things*, Mobile, Smart Farming

## PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan pangan global khususnya di Indonesia. Kabupaten Kutai Kartanegara (Kukar) termasuk kota yang ingin memperkuat sektor pertanian dengan mewujudkan Kukar lumbung pangan di Kalimantan Timur (Admin Kukarpaper, 2023). Kelompok Tani Perkumpulan Petani Sayur (PPS) Bukit Biru

<sup>1</sup>Sistem Informasi Akuntansi, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda

<sup>2</sup>Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda

<sup>3</sup>Pengelolaan Hutan, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda

\*Penulis Korespondensi: Tel/Faks: 0822-36265992; Surel: syfei.karim@gmail.com

yang berlokasi di Kelurahan Bukit Biru Kecamatan Tenggarong Kabupaten Kutai Kartanegara yang berfokus pada tanaman sayur. Kelompok tani ini memiliki tanah sekitar 2 ha untuk menanam tanaman cabai, sawi manis, pakcoy, timun, dan juga kemangi.

Pemanenan bisa dilakukan setiap hari dengan jarak pemanenan yang tidak terlalu jauh agar setiap hari bisa di panen. Pemanenan dapat dilakukan kurang dari satu bulan. Untuk mendapatkan hasil panen yang maksimal dibutuhkan penanganan tanaman yang baik. Dari pemberian pupuk secara rutin dan juga penyiraman yang sesuai waktunya.

Kesuburan tanah pun selalu harus diperhatikan namun petani tidak pernah mengukur tingkat kesuburan tanah serta tingkat pH tanah. Menurut (Trisnawati *et al.*, 2022), penting untuk menjaga kestabilan pH tanah agar tanaman tumbuh dengan baik. pH tanah yang ideal adalah mendekati netral (6-7). Petani memerlukan adanya sosialisasi terkait dengan kesuburan tanah dalam melakukan penanaman.

Berdasarkan kondisi yang dihadapi oleh petani maka diperlukan adanya pemantauan dan kontrol terhadap tanah dan penyiraman tanaman dengan bantuan aplikasi *mobile* yang dioperasikan pada *mobile android*. Permasalahan ini bisa menerapkan konsep *Smart Farming* yang menggabungkan berbagai teknologi seperti *Internet of Things* (IoT), sensor, dan analitik data untuk memantau dan mengontrol lingkungan pertanian. Dengan teknologi *Smart Farming*, petani dapat mengambil keputusan berdasarkan data dari sensor. Data tersebut dapat membantu petani dalam memantau dan kontrol tanaman serta mengoptimalkan penggunaan sumber daya seperti air.

*Digital Smart Farming* sudah banyak dilakukan oleh orang lain baik dengan media tanah maupun media air seperti hidroponik. Rachmawati mengatakan *Smart Farming* akan mendorong kerja petani sehingga budi daya pertanian menjadi efisien, terukur, dan terintegrasi. Beberapa teknologi *smart farming* seperti *blockchain* yang dapat memudahkan keterlacakan *supply chain* produk pertanian untuk pertanian *off farm modern* (Bandara *et al.*, 2020), *agri drone sprayer* (*drone* yang menyemprotkan pestisida dan pupuk cair) (Jayakumar *et al.*, 2023; Musrian *et al.*, 2024), *drone surveillance* (*drone* untuk pemetaan lahan) (Shah *et al.*, 2023), dan sistem irigasi cerdas (*smart irrigation*) (Basri, 2022; Hermawan *et al.*, 2022) telah diterapkan di beberapa daerah.

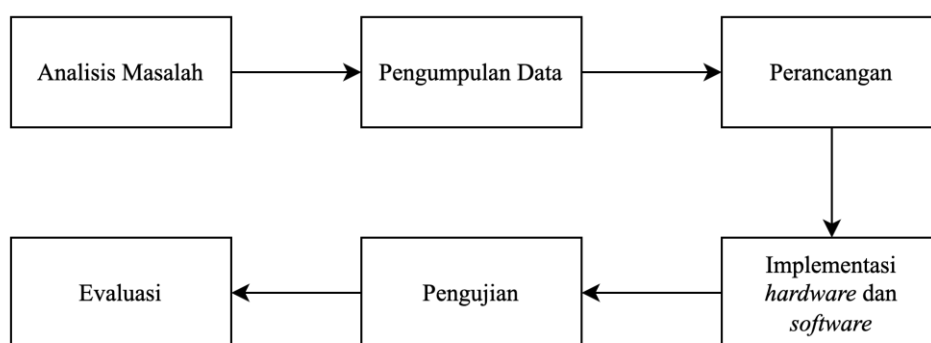
Beberapa penerapan *smart farming* yang telah dilakukan oleh petani diantaranya pada Desa Kanigoro Malang menerapkan IoT untuk memantau dan mengontrol listrik untuk petani Hidrokanik. Hidrokanik merupakan salah satu teknik bercocok tanam yang menggabungkan teknik bercocok tanam hidroponik dan akuaponik (Darto *et al.*, 2021). Selain itu, penerapan IoT juga diterapkan pada petani jeruk siam di Kabupaten Banjar. Sensor yang digunakan adalah sensor suhu, kelembaban udara, dan kelembaban tanah. Nilai dari sensor ini akan digunakan untuk penyiraman secara otomatis berdasarkan nilai sensor yang sudah ditentukan dengan bantuan logika *fuzzy* (Zulkarnain *et al.*, 2022). Pengabdian dilakukan oleh Indah membuat prototipe digital *smart farming* yang dapat diterapkan oleh kelompok tani (Indah *et al.*, 2023). Alat-alat yang digunakan untuk penerapan IoT adalah Arduino UNO, panel surya, sensor kelembaban tanah, sensor suhu, dan otomasi sistem pengairan. Alat yang dibuat untuk memberikan sistem pengairan yang bekerja secara otomatis berdasarkan dari nilai sensor kelembaban tanah. Penerapan IoT juga dilakukan wilayah perkotaan khususnya kelompok tani di bawah binaan Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian (DKPP) Surabaya. Kamali membuat alat untuk mengontrol dan memantau kondisi tanah serta mengontrol pompa dan *humidifier* (Kamali *et al.*, 2023). Berdasarkan hasil ini, penerapan *smart farming* untuk petani sangatlah bermanfaat dalam membantu petani dalam mengambil keputusan dan mempermudah pekerjaan petani.

## METODE

### Prosedur Penelitian

Dalam proses penelitian ini, terdapat beberapa langkah yang harus dikerjakan untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Mulai dari analisis masalah, pengumpulan data,

perancangan, implementasi *hardware* dan *software*, dan pengujian serta evaluasi. Proses ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini, Gambar 1 menggambarkan prosedur penelitian yang digunakan dengan penjelasan sebagai berikut:

1. Analisis masalah menunjukkan bahwa petani masih menggunakan metode manual dalam proses penyiraman, seperti menyalakan dan mematikan pompa secara manual di area persawahan. Ini menimbulkan banyak masalah seperti menggunakan banyak tenaga dan tidak efektif. Oleh karena itu, untuk mengatasi masalah ini diperlukan teknologi yang tepat guna untuk membantu menyalakan dan mematikan pompa yang dikendalikan dari aplikasi *mobile*. Lokasi lahan masih dapat dijangkau oleh sinyal provider sehingga dapat menggunakan modem untuk koneksi internet. Tanaman yang ditanam oleh petani adalah tanaman cabai.
2. Salah satu langkah penting dalam melakukan penelitian adalah pengumpulan data. Untuk mendapatkan informasi dan data tentang penelitian ini, dua pendekatan digunakan: observasi dan studi pustaka atau literatur. Kedua pendekatan digunakan untuk mendukung dan memvalidasi hasil penelitian, sehingga hasilnya akurat dan dapat dipertanggungjawabkan. Penelitian yang dilakukan (Prasetyo *et al.*, 2022) melakukan irigasi berdasarkan dari suhu dan kelembaban udara. Penelitian ini, peneliti menggunakan suhu udara dan kelembaban tanah untuk dasar memberikan rekomendasi penyiraman. Untuk mendeteksi kelembaban tanah, peneliti menggunakan sensor *Soil 7 in 1* yang dapat mengukur kondisi tanah dengan tujuh parameter. Sehingga petani dapat melihat kondisi tanah lebih lengkap selain kelembaban tanah.
3. Pada tahap perancangan, perancangan alat dilakukan untuk merancang sistem yang akan mengontrol penyiraman tanaman. Proses ini dilakukan dengan menghubungkan semua sensor yang digunakan ke dalam mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan ESP32. Kemudian, output dari sensor tersebut dikirim ke server Thingsboard dan ditampilkan pada sebuah aplikasi yang berjalan pada perangkat Android. Server Thingsboard telah diinstall pada server Politani Samarinda yang dapat digunakan oleh mahasiswa dan dosen. Untuk Sensor *Soil 7 in 1* khususnya untuk nilai pH dan kelembaban tanah sudah disesuaikan dengan Soil Tester Takemura DM-15 sebagai pembanding.
4. Implementasi *hardware* dan *software*, tahap ini mencakup perakitan perangkat keras dan pengintegrasian alat ke perangkat lunak. Selain itu, posisi alat harus ditentukan agar dapat terhubung ke internet dan nilai-nilai sensor harus diperoleh dengan benar. Jika internet mati maka data sensor tidak dapat dikirim ke server serta pompa diubah ke mode manual agar penyiraman dapat dilakukan tanpa aplikasi *mobile*.
5. Pengujian, tahap ini dilaksanakan untuk memeriksa apakah sistem yang telah dibuat dapat berjalan dengan baik. Dimulai dari pengambilan data oleh sensor, pengiriman data dari ESP32 ke server, pengolahan data pada server dan penerimaan data oleh pengguna pada aplikasi Android atau *mobile apps*. Pengujian dilaksanakan melalui beberapa tahap, yakni pengujian *black box* serta mengevaluasi seluruh hasil pengujian untuk mengetahui hasil penelitian ini.

6. Tahap ini dilakukan untuk menguji sistem, dimulai dengan data yang diambil oleh sensor, dikirim ke server melalui ESP32, diproses oleh server, dan diterima oleh pengguna pada aplikasi Android. Pengujian dilakukan dalam beberapa tahap, termasuk pengujian sensor, dan kemudian dievaluasi secara menyeluruh untuk mengetahui hasilnya.

### Blok Diagram

Sistem ini terdiri dari dua bagian yaitu bagian sensor *node* dan pompa *node* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Sensor *node* ini bertugas untuk mendeteksi kondisi tanah dan udara di lingkungan tanaman. Sensor yang digunakan sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban udara, Sensor *Soil 7 in 1* yang dapat mengukur natrium (N), fosfor (P), kalium (K), suhu tanah, kelembaban tanah, pH tanah, dan *electrical conductivity* (EC), dan juga sensor *Wind Speed* untuk mengukur kecepatan angin. Ketiga sensor tersebut akan dikontrol oleh Arduino Mega 2560. Arduino Mega 2560 difokuskan untuk menerima sinyal dari sensor sedangkan ESP32 hanya untuk menerima data dari Arduino dan mengirim data ke server. Skema sensor *node* ditampilkan pada Gambar 3.

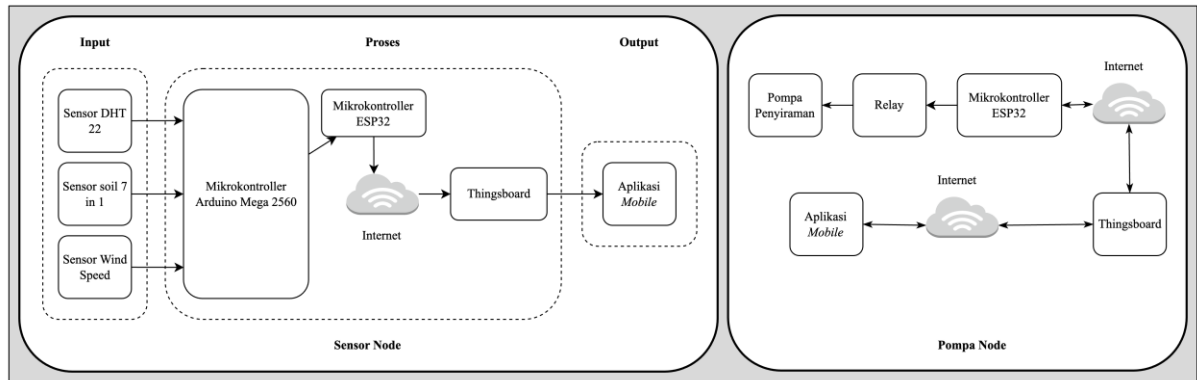
Arduino Mega 2560 memiliki kemampuan pengolahan data yang tinggi, dengan 54 digital input/output pins, 16 analog input pins, dan 4 UARTs (Serial Communication Interfaces). Ini memungkinkan pengguna untuk mengintegrasikan berbagai sensor dan aktuator dalam satu sistem. Dengan menggunakan Arduino Mega 2560, pengguna dapat mengontrol berbagai perangkat elektronik secara akurat.

Arduino Mega 2560 akan menerima data dari sensor kemudian dikirimkan ke ESP32 melalui komunikasi *RX/TX*. ESP32 adalah mikrokontroler yang sangat populer dalam pengembangan *Internet of Things (IoT)* karena fitur-fiturnya yang luas dan kemampuan integrasinya yang tinggi. ESP32 dilengkapi dengan fitur IoT yang memungkinkan koneksi ke internet tanpa perlu modul tambahan, seperti Wi-Fi dan Bluetooth. Data yang diterima dari Arduino Mega 2560 kemudian dikirim ke server *Thingsboard* melalui koneksi internet.

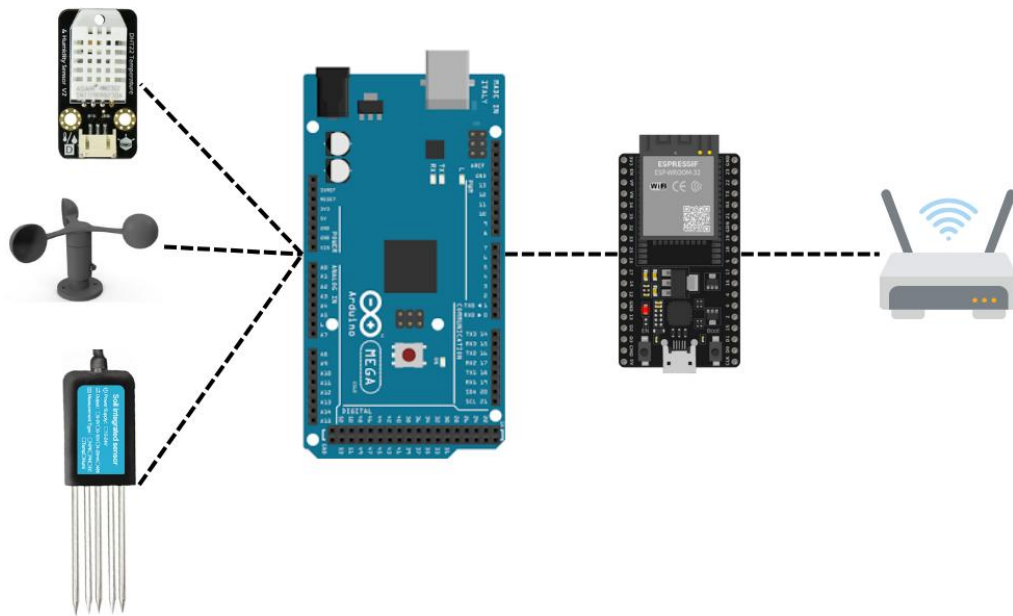
*Thingsboard* adalah sebuah platform *Internet of Things (IoT)* yang *open-source*, dirancang untuk mengumpulkan, memproses, visualisasi, dan mengelola perangkat IoT. *Thingsboard* berfungsi sebagai broker dalam terminologi IoT, menyediakan *core services* yang penting untuk pengelolaan perangkat IoT. Selain itu, juga berfungsi sebagai penyaji data melalui antarmuka web yang intuitif, memungkinkan pengguna untuk melihat dan mengelola data secara *real-time*. *Thingsboard* juga mendukung berbagai protokol komunikasi seperti *MQTT*, *WebSocket*, dan *HTTP Request*, memungkinkan pengguna untuk mengirim dan menerima data dari berbagai perangkat IoT. Data yang tersimpan dalam server *thingsboard* ditampilkan pada aplikasi *mobile* dengan menggunakan API yang disediakan oleh server *Thingsboard*. Penggunaan server *Thingsboard* pada sistem ini untuk menerima data dari perangkat IoT secara *real-time* serta menampilkan visualisasi dalam bentuk grafik. Komunikasi yang digunakan menggunakan protokol *MQTT* yang telah di konfigurasi pada *Thingsboard*.

Pada pompa *node* ini berpusat pada ESP32 yang berkomunikasi dengan *Thingsboard* dengan memanfaatkan fitur *RPC (Remote Procedure Calls)*. *RPC* dapat berkomunikasi dua arah antara server dan perangkat (*Thingsboard*, n.d.). Pada kasus ini, aplikasi akan mengirimkan perintah untuk melakukan *on/off* pada pompa. Skema pompa *node* ditunjukkan pada Gambar 4.

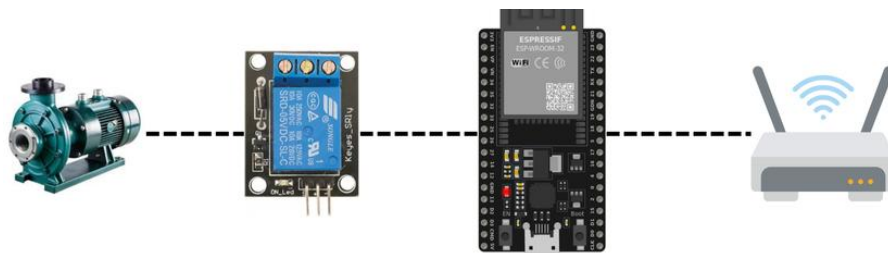
Untuk mengirim data ke *Thingsboard*, ESP32 di program untuk terkoneksi dengan akun *Thingsboard* yang telah dibuat. Setelah itu membuat *device* untuk menyimpan semua data sensor. Kemudian memasukkan akses token sesuai dengan device yang telah dibuat ke dalam program ESP32. Jika berhasil terkoneksi maka dapat mengirim data *telemetry* dari ESP32 ke *Thingsboard*.



Gambar 2 Blok Diagram



Gambar 3 Skema Sensor Node



Gambar 4 Skema Pompa Node

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini akan dibahas mengenai implementasi, pengujian, dan analisis sistem yang diusulkan. Tujuannya adalah untuk mengukur fungsionalitas sistem saat dirakit dalam beberapa kasus dan percobaan.

### Implementasi *Hardware*

Pada Gambar 5 menampilkan implementasi sensor *node* yang di pasang pada lokasi kebun. Pada *box panel* Gambar 5(a) terdapat Arduino Mega 2560 dan ESP32 serta baterai dan kontrol pengisian baterai dengan bantuan solar panel. Sumber tenaga listrik untuk menyalakan Arduino Mega 2560 dan ESP32 menggunakan baterai. Fungsi Arduino untuk membaca nilai sensor yang kemudian data tersebut dikirim ke ESP32. ESP32 menerima data tersebut yang akan dikirim ke server *thingsboard* melalui koneksi Wi-Fi. Di sekitar lahan telah disediakan

koneksi internet yang digunakan ESP32 untuk terkoneksi internet pada *sensor node* dan *pompa node*. Pada Gambar 5(b) menunjukkan pemasangan di lahan sekitar 2-meter dari *box panel*. Sensor ini bertujuan untuk mengukur kelembaban tanah dan pH tanah. Sensor DHT22 diletakkan di samping *box* untuk mengukur suhu dan kelembaban udara sekitar lahan. Ketiga sensor ini dapat menjadi acuan kepada petani untuk melakukan penyiraman terhadap tanaman sehingga penggunaan air untuk penyiraman lebih optimal.

Pada *pompa node* yang ditunjukkan pada Gambar 6 merupakan implementasi untuk kontrol pompa dari aplikasi *mobile*. Pompa yang digunakan adalah pompa listrik dengan 3 *phase* kemudian dihubungkan dengan kontaktor yang dipergunakan untuk memutuskan dan menyambungkan arus listrik secara elektrik. Skema rangkaian listrik yang dibuat bertujuan untuk melindungi sistem listrik dari kerusakan yang disebabkan oleh korsleting atau arus listrik berlebih. Arus listrik tersebut juga tersambung dengan Relay yang dikendalikan dari ESP32 untuk menyalakan dan mematikan pompa.



(a)



(b)

Gambar 5 Implementasi pada Sensor Node: (a) Mikrokontroller, (b) Sensor



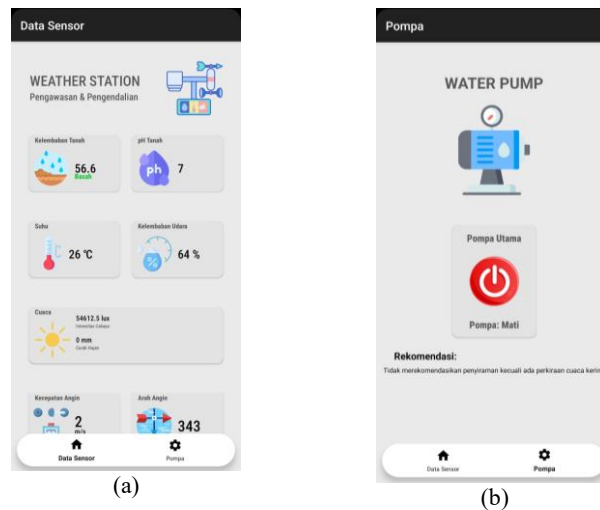
Gambar 6 Pompa Node

### Implementasi Software

Pada Gambar 7 menunjukkan tampilan hasil dari aplikasi *mobile* yang telah dibuat. Gambar 7(a) menampilkan nilai dari sensor yang diambil dari server *thingsboard* dengan menggunakan API dari *thingsboard*. Nilai sensor yang ditampilkan dari *request url* “<http://iot.politanisamarinda.ac.id:8080/api/plugins/telemetry/DEVICE/{deviceId}/values/timeseries>”. Dari hasil request ini menghasilkan data yang ditampilkan dalam bentuk json. Data yang ditampilkan pada aplikasi *mobile* merupakan data *real-time* yang artinya datanya akan selalu berubah jika data yang ada pada server *thingsboard* berubah. Data sensor yang digunakan untuk memberikan rekomendasi hanya data *temperature/suhu* dan *Soil Moisture/kelembaban tanah*. Pada Gambar 7(b) sudah menampilkan hasil rekomendasi penyiraman tanaman berdasarkan data sensor tersebut. Selain itu, juga terdapat tombol *on/off* pompa yang memudahkan petani untuk mengendalikan dari jauh dengan koneksi internet. Kontrol pompa menggunakan fitur RPC yang ada pada *Thingsboard*. API yang disediakan oleh *Thingsboard*

dengan *request url* “http://iot.politanisamarinda.ac.id:8080/api/rpc/twoway/{deviceId}”. Kemudian data dikirim dengan format json seperti ini.

```
{
  "method": "setPompa",
  "params": {
    "pin": 13,
    "enabled": 1
  },
  "persistent": false,
  "timeout": 5000
}
```



Gambar 7 Tampilan Aplikasi *Mobile*

### Pengujian *Hardware* dan *Software*

Tahap pengujian ini menguji keberhasilan penggunaan *hardware* dan *software*. Untuk pengujian *hardware* bertujuan untuk menguji pembacaan modul sensor dan fungsionalitas *hardware*. Pembacaan modul sensor bertujuan untuk mengukur dan mengetahui bagaimana pembacaan sensor DHT22, pH, dan kelembaban tanah sebagai nilai rekomendasi penyiraman tanaman. Selain itu, juga menguji fungsionalitas pompa setelah menerima data dari aplikasi *mobile*. Sensor DHT22 dan pH sangat berpengaruh untuk memberikan rekomendasi penyiraman tanaman untuk petani. Hasil rekomendasi penyiraman menggunakan aturan yang sudah dilakukan oleh penelitian sebelumnya (Prasetyo *et al.*, 2022). Hanya saja pada penelitian ini menggunakan kelembaban tanah bukan menggunakan kelembaban udara. Khusus sensor kelembaban tanah/*soil moisture* perlu dikalibrasi untuk mendapatkan nilai yang sesuai (dfrobot, n.d.). Sensor yang digunakan *Soil 7 in 1* yang memiliki 7 parameter dalam satu sensor. Setelah melakukan kalibrasi pada sensor, didapatkan nilai 0 jika sensor berada di udara dan bernilai 100 jika berada dalam air. Kemudian dicari nilai interval dari kedua nilai tersebut dengan menggunakan formula (1).

$$Interval = \frac{(waterValue - airValue)}{total\_kategori} \quad (1)$$

$$Interval = \frac{(100 - 0)}{3} = 33.33$$

Setelah mendapatkan nilai interval yang bernilai 33.33, maka langkah selanjutnya mencari nilai untuk menentukan tiga kategori yaitu Sangat Basah, Basah, dan Kering. Untuk mendapatkan nilai kategori dapat menggunakan aturan sebagai berikut:

*if (soilMoistureValue > AirValue && soilMoistureValue < (AirValue + intervals)) then “Kering”*

*if (soilMoistureValue > (AirValue + intervals) && soilMoistureValue < (WaterValue - intervals)) then “Basah”*

*if (soilMoistureValue < WaterValue && soilMoistureValue > (WaterValue - intervals)) then "Sangat Basah"*

Dari aturan tersebut didapatkan nilai parameter yang digunakan pada penelitian ini yang ditunjukkan pada Tabel 1. Dari parameter tersebut dapat dibuatkan aturan untuk menghasilkan rekomendasi yang sesuai.

Tabel 1 Variabel Suhu dan Kelembaban Tanah		
Variabel	Nilai	Kategori
Kelembaban Tanah	66.67-100	Sangat Basah
	33.33-66.67	Basah
Suhu	0-33.33	Kering
	<15°C	Suhu Rendah
	15°C-30°C	Suhu Sedang
	>30°C	Suhu Tinggi

Berikut ini aturan yang telah dibuat:

1. Kondisi Tanah Kering (0, 33.33]

- Aturan 1: Jika kelembaban tanah dalam kategori "Kering" dan suhu tinggi (>30°C), rekomendasikan penyiraman dengan volume air yang cukup besar.
- Aturan 2: Jika kelembaban tanah dalam kategori "Kering" dan suhu sedang (15°C-30°C), rekomendasikan penyiraman dengan volume air sedang untuk memastikan tanah tidak terlalu kering.
- Aturan 3: Jika kelembaban tanah dalam kategori "Kering" dan suhu rendah (<15°C), rekomendasikan penyiraman dengan volume air rendah untuk menghindari kelebihan air.

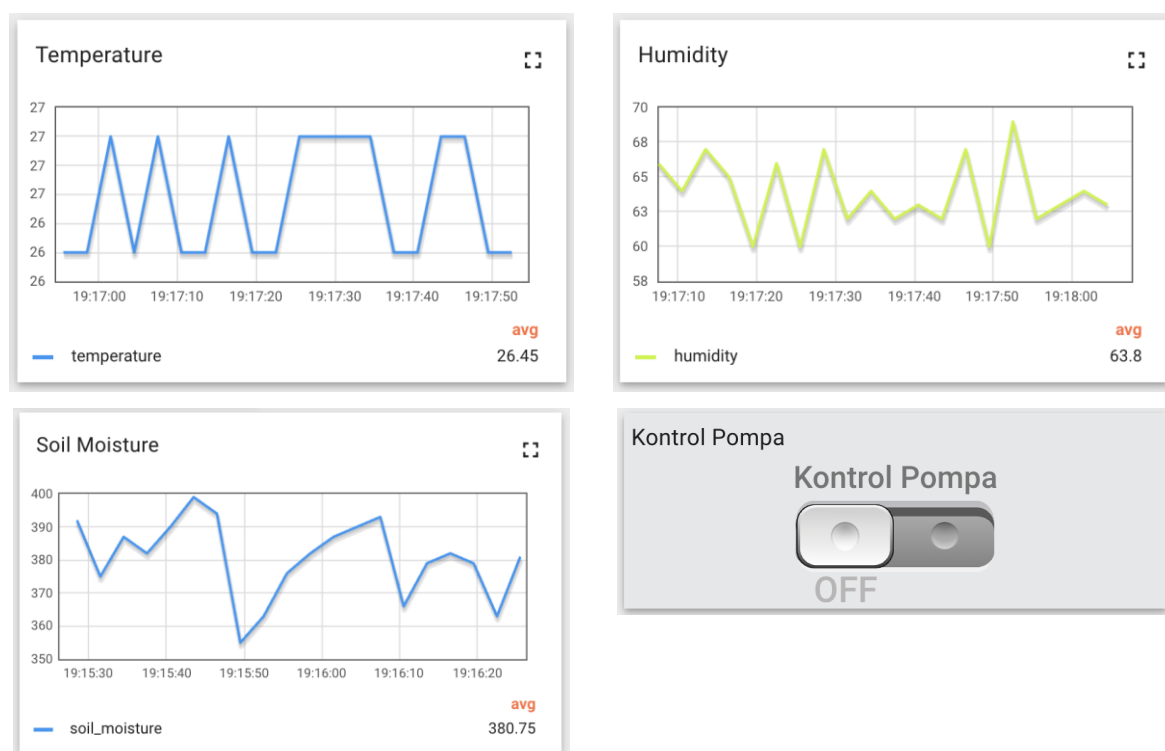
2. Kondisi Tanah Basah (33.33, 66.67]

- Aturan 4: Jika kelembaban tanah dalam kategori "Basah" dan suhu tinggi (>30°C), rekomendasikan penyiraman ringan untuk menjaga kelembaban.
- Aturan 5: Jika kelembaban tanah dalam kategori "Basah" dan suhu sedang (15°C-30°C), tidak merekomendasikan penyiraman kecuali ada perkiraan cuaca kering yang berkepanjangan.
- Aturan 6: Jika kelembaban tanah dalam kategori "Basah" dan suhu rendah (<15°C), tidak merekomendasikan penyiraman karena tanah masih cukup basah.

3. Kondisi Tanah Sangat Basah (66.67, 100]

- Aturan 7: Jika kelembaban tanah dalam kategori "Sangat Basah" dan suhu tinggi (>30°C), tidak merekomendasikan penyiraman dan terus pantau kondisi kelembaban tanah.
- Aturan 8: Jika kelembaban tanah dalam kategori "Sangat Basah" dan suhu sedang (15°C-30°C), tidak merekomendasikan penyiraman.
- Aturan 9: Jika kelembaban tanah dalam kategori "Sangat Basah" dan suhu rendah (<15°C), tidak merekomendasikan penyiraman untuk menghindari atau kelebihan air.

Setelah melakukan kalibrasi pada sensor, selanjutnya melakukan pengujian dengan pengiriman data sensor ke *Thingsboard*. Setelah data terkirim ke *Thingsboard*, data tersebut dapat dianalisis dan ditampilkan. Gambar 8 adalah tampilan halaman dashboard *Thingsboard* dari empat nilai sensor yang digunakan. Data yang dikirim ke *Thingsboard* dapat ditampilkan pada aplikasi *mobile* dengan memanfaatkan API dari *Thingsboard*. Pada Gambar 7 merupakan tampilan halaman dashboard aplikasi *mobile* dan kontrol pompa serta menampilkan rekomendasi penyiraman kepada petani. Skenario pengujian terhadap *hardware* dan *software* ditunjukkan pada Tabel 2 yang menunjukkan bahwa skenario pengujian yang dilakukan sesuai dengan hasil yang diharapkan.

Gambar 8 Tampilan *Dashboard Thingsboard*Tabel 2 Skenario Pengujian Sensor dan Aplikasi *Mobile*

No.	Skenario pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil akhir	Kesimpulan
1.	Pemasangan sensor DHT22, pH, dan kelembaban tanah	Data sensor terkirim ke server <i>thingsboard</i>	Data terkirim dan tampil di halaman <i>dashboard thingsboard</i>	Sesuai dengan yang diharapkan
2.	Mengambil dan memantau data sensor DHT22, pH, dan kelembaban tanah pada aplikasi <i>mobile</i>	Data sensor dapat tampil di halaman aplikasi <i>mobile</i>	Halaman data sensor pada aplikasi <i>mobile</i> dapat ditampilkan	Sesuai dengan yang diharapkan
3.	Sensor pH ditempatkan pada tanah yang telah diberi pupuk	Menampilkan kondisi tingkat keasaman tanah pada halaman <i>dashboard thingsboard</i> dan aplikasi <i>mobile</i>	Sensor dapat mengukur keasaman tanah yang ditampilkan pada halaman <i>dashboard thingsboard</i> dan aplikasi <i>mobile</i>	Sesuai dengan yang diharapkan
4.	Sensor kelembaban tanah ditempatkan pada tanah dengan kondisi lembab	Menampilkan kondisi kelembaban tanah pada halaman <i>dashboard thingsboard</i> dan aplikasi <i>mobile</i>	Sensor dapat mengukur kelembaban tanah yang ditampilkan pada halaman <i>dashboard thingsboard</i> dan aplikasi <i>mobile</i>	Sesuai dengan yang diharapkan
5.	Menguji rekomendasi penyiraman tanaman berdasarkan data sensor DHT22 dan kelembaban tanah	Menampilkan hasil rekomendasi pada aplikasi <i>mobile</i>	Hasil rekomendasi ditampilkan pada aplikasi <i>mobile</i>	Sesuai dengan yang diharapkan

Selain melakukan pengujian skenario pada sensor, dilakukan juga pengujian dari hasil rekomendasi dengan perilaku petani terhadap rekomendasi yang diberikan oleh sistem. Terdapat 10 data suhu udara dan kelembaban tanah serta rekomendasi yang diberikan sistem. Berdasarkan Tabel 3, terdapat tiga data yang tidak dilakukan oleh petani dari rekomendasi yang diberikan. Pada rekomendasi nomor 3 tidak sesuai dengan perilaku petani, hal ini dikarenakan pada saat itu petani menganggap cuaca akan panas pada siang hari sehingga perlu melakukan penyiraman walaupun hanya penyiraman ringan. Pada nomor 8 petani juga tidak melakukan rekomendasi yang diberikan, hal ini karena petani menganggap cuaca yang panas dan juga kelembaban tanah kering perlu penyiraman yang cukup banyak besar penggunaan airnya. Nomor 10 juga seperti itu, perilaku petani berbeda dikarenakan petani menganggap akan terjadi cuaca panas. Tujuh data lainnya dilakukan oleh petani sesuai dengan rekomendasi oleh sistem.

Sistem merekomendasikan penyiraman berdasarkan jadwal penyiraman petani yang dilakukan pada pagi hari dan sore hari sehingga rekomendasi yang diberikan menjadi optimal. Percobaan dilakukan pada Kelompok Tani Perkumpulan Petani Sayur Bukit Biru Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur.

Tabel 3. Pencocokan Rekomendasi Sistem dengan Perilaku Petani

No.	Suhu (°C)	Kelembaban Tanah	Rekomendasi	Perilaku Petani	Hasil
1	28	52	Tidak merekomendasikan penyiraman	Tidak melakukan penyiraman	Sesuai
2	28	32.4	Penyiraman dengan volume air sedang untuk memastikan tanah tidak kering	Melakukan penyiraman ringan	Sesuai
3	26	57	Tidak merekomendasikan penyiraman kecuali ada perkiraan cuaca kering	Tidak melakukan penyiraman	Sesuai
4	29	65.6	Tidak merekomendasikan penyiraman kecuali ada perkiraan cuaca kering	Melakukan penyiraman ringan	Tidak Sesuai
5	26	25	Penyiraman dengan volume air sedang untuk memastikan tanah tidak kering	Melakukan penyiraman ringan	Sesuai
6	27	40.3	Tidak merekomendasikan penyiraman kecuali ada perkiraan cuaca kering	Tidak melakukan penyiraman	Sesuai
7	32	71	Penyiraman dengan volume air yang cukup besar	Melakukan penyiraman dengan volume air yang cukup besar	Sesuai
8	31	39.7	Penyiraman ringan untuk menjaga kelembaban	Melakukan penyiraman dengan volume air yang besar	Tidak Sesuai
9	29	48	Tidak merekomendasikan penyiraman kecuali ada perkiraan cuaca kering	Tidak melakukan penyiraman	Sesuai
10	30	62	Tidak merekomendasikan penyiraman kecuali ada perkiraan cuaca kering	Melakukan penyiraman ringan	Tidak Sesuai

## SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi *mobile* yang terintegrasi dengan *Thingsboard* untuk memantau kondisi tanah dan kontrol pompa penyiraman tanaman serta memberikan rekomendasi penyiraman kepada petani. Rekomendasi diberikan berdasarkan data dari sensor suhu dan kelembaban tanah. Rekomendasi ini berupa saran bagi petani dalam melakukan penyiraman agar petani dapat menggunakan air dengan optimal. Namun, petani juga dapat melakukan penyiraman tanpa harus mengikuti rekomendasi sistem berdasarkan keadaan yang ada di lahan seperti cuaca panas dan mendung. Berdasarkan hasil pengujian sensor, dapat dikatakan bahwa sensor sudah berfungsi dengan baik serta dapat terkirim ke *Thingsboard* dan ditampilkan pada aplikasi *mobile*. Sedangkan pengujian tentang rekomendasi, ada tiga rekomendasi yang tidak sesuai atau tidak dilakukan oleh petani karena keadaan yang ada pada lahan. Dari keadaan ini, maka perlu ditambahkannya sensor atau data untuk mendeteksi cuaca agar rekomendasi yang diberikan kepada petani bisa tepat.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Kelompok Tani Perkumpulan Petani Sayur Bukit Biru dan Politeknik Pertanian Negeri Samarinda yang telah memberikan dukungan dana untuk melaksanakan penelitian ini. Serta kami ucapkan terima kasih juga kepada Kepala Pusat Penelitian, dan Pengabdian kepada Masyarakat yang juga mendukung untuk melaksanakan penelitian ini hingga dapat mencapai hasil yang memuaskan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Admin Kukarpaper, 2023. Perkuat Pertanian, Bupati: "Kita Wujudkan Kukar Lumbung Pangan di Kaltim" [WWW Document]. <https://kukarpaper.com/perkuat-pertanian-bupati-kita-wujudkan-kukar-lumbung-pangan-di-kaltim/>.
- Bandara TM, Mudiyansele W, Raza M. 2020. Smart Farm and Monitoring System for Measuring the Environmental Condition using Wireless Sensor Network - IoT Technology in Farming, in: 2020 5th International Conference on Innovative Technologies in Intelligent Systems and Industrial Applications (CITISIA). IEEE, pp. 1–7. <https://doi.org/10.1109/CITISIA50690.2020.9371830>
- Basri H. 2022. Implementasi Sistem Irigasi Cerdas Berbasis IoT dan Machine Learning pada Pembibitan Pala di Papua Barat. *Jurnal Ilmiah Edutic : Pendidikan dan Informatika* 8, 89–96. <https://doi.org/10.21107/edutic.v8i2.12393>
- Darto D, Suprpto A, Dirgantara W. 2021. Pendampingan Penerapan IoT untuk Monitoring dan Kontrol Listrik untuk Petani Hidrokanik Desa Kanigoro Malang. *Abdimas: Jurnal Pengabdian Masyarakat Universitas Merdeka Malang* 6, 315–325. <https://doi.org/10.26905/abdimas.v6i3.5107>
- dfrobot, n.d. Gravity: Analog Waterproof Capacitive Soil Moisture Sensor [WWW Document]. URL [https://wiki.dfrobot.com/Waterproof\\_Capacitive\\_Soil\\_Moisture\\_Sensor\\_SKU\\_SEN0308](https://wiki.dfrobot.com/Waterproof_Capacitive_Soil_Moisture_Sensor_SKU_SEN0308) (accessed 9.5.24).
- Hermawan I, Fachrudin DA, Setiawan A, Sulthanah NT. Jakarta, P.N., Informatika, T., Komputer, D., 2022. Rancang Bangun Sistem Irigasi Cerdas menggunakan Metode Fuzzy Rule-Based untuk Otomatisasi Pintu Air dan Pendeteksian Endapan. *Jurnal Komputer Terapan* 8.
- Indah PN, Munawar Z, Komalasari R, Widhiantoro D, Informasi S, Ukri F. 2023. Prototipe Digital Smart Farming System untuk Kelompok Tani. *Darma Abdi Karya* 2.
- Jayakumar V, Mohideen ABK, Saeed MH, Alsulami H, Hussain A, Saeed M. 2023. Development of Complex Linear Diophantine Fuzzy Soft Set in Determining a Suitable Agri-Drone for Spraying Fertilizers and Pesticides. *IEEE Access* 11, 9031–9041. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3239675>
- Kamali MA, Amiroh K, Widyantara H, Hariyanto MD. 2023. Pembuatan Smart Urban Farming Berbasis Internet of Things untuk Kelompok Tani. *Jurnal Inovasi Hasil Pengabdian Masyarakat (JIPEMAS)* 6, 201–214. <https://doi.org/10.33474/jipemas.v6i2.19289>
- Musrian T, Aninditya MW, Nurcholis J. 2024. Optimizing Weed Control: A Study on the Influence of Drone Sprayer Altitude in Herbicide Application. *Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis dan Biosistem* 12, 1–8. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2024.012.01.01>
- Prasetyo A, Fajaryanto A, Litanianda Y, Yusuf AR, Setyawan MB, Rahmatika AR. 2022. Irigasi Tanaman Agriculture Dengan Logika Fuzzy Terintegrasi Internet of Things, in: *Prosiding Seminar Nasional Sistem Informasi Dan Teknologi (SISFOTEK) Ke 6*.
- Shah SA, Lakho GM, Keerio HA, Sattar MN, Hussain G, Mehdi M, Vistro RB, Mahmoud EA, Elansary HO. 2023. Application of Drone Surveillance for Advance Agriculture Monitoring by Android Application Using Convolution Neural Network. *Agronomy* 13. <https://doi.org/10.3390/agronomy13071764>
- Thingsboard, n.d. Using RPC capabilities [WWW Document]. Thingsboard. URL Using RPC capabilities (accessed 11.23.24).

- Trisnawati A, Beja HD, Jeksen J. 2022. Analisis Status Kesuburan Tanah pada Kebun Petani Desa Ladogahar Kecamatan Nita Kabupaten Sikka. JURNAL LOCUS Penelitian dan Pengabdian 1.
- Zulkarnain AF, Wijaya ES, Mustamin NF. 2022. Penerapan Teknologi Smart Farming berbasis Internet of Things bagi Masyarakat Petani Jeruk Siam. Batara Wisnu : Indonesian Journal of Community Services 2, 50–59. <https://doi.org/10.53363/bw.v2i1.47>