

Penerapan Jaringan Sensor Nirkabel dan Internet of Things (IoT) pada Pertanian Terpadu

Suhardi*, Dedi Triyanto, Irma Nirmala

Fakultas MIPA, Program Studi Rekayasa Sistem Komputer, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia
Email: ^{1,*}Suhardi@siskom.untan.ac.id, ²Dedi.Triyanto@siskom.untan.ac.id, ³Irma.Nirmala@siskom.untan.ac.id
Email Penulis Korespondensi: Suhardi@siskom.untan.ac.id

Abstrak– Pertanian terpadu merupakan suatu sistem pengelolaan tanaman, hewan ternak dan ikan dengan lingkungannya untuk menghasilkan suatu produk yang optimal yang dicirikan oleh keterkaitan yang erat antara komponen tanaman dan ternak dalam suatu kegiatan usaha tani atau dalam suatu wilayah. Pengembangan pertanian terpadu berbasis teknologi semakin berkembang, diantaranya Jaringan Sensor Nirkabel atau Wireless Sensor Network (WSN) dan Internet of Things (IoT) yang mana pemantauan kondisi lingkungan pertanian terpadu dapat dimonitor dan dikontrol dari jarak jauh. Untuk itulah dikembangkan sebuah aplikasi “Penerapan Jaringan Sensor Nirkabel dan Internet of Things (IoT) pada Pertanian Terpadu”. Sistem yang dibuat dibuat dalam bentuk akuaponik yang terdiri dari tempat menanam tanaman yang terbuat dari pipa paralon serta kolam tempat peternakan ikan yang terbuat dari terpal. Objek yang digunakan berupa tanaman Pakcoy dan ikan Nila. Sistem ini berhasil diimplementasikan dengan membaca kondisi lingkungan pertanian terpadu diantaranya kondisi air yang meliputi suhu dan pH air serta kondisi udara yang meliputi suhu dan kelembaban. Selain itu sistem ini juga dapat membaca kondisi pompa air yang digunakan untuk mengalirkan air dari kolam ke pipa paralon serta dapat mengontrol pemberian pakan pada peternakan ikan. Proses monitor dan kontrol pada sistem ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi website yang terhubung ke internet.

Kata Kunci: Pertanian Terpadu; Internet of Things; Wireless Sensor Network; Pakcoy; Ikan Nila

Abstract–Integrated farming system is an approach to managing plants, livestock, and fish along with their environment to create optimal results. The development of integrated agriculture is advancing with technologies such as Wireless Sensor Networks and the Internet of Things (IoT), enabling remote monitoring and control of agricultural environmental conditions. For this purpose, an application called "Integrated Farming System based on Wireless Sensor Networks and the Internet of Things (IoT)" has been developed. The system takes the form of aquaponics, consisting of areas for cultivating plants and ponds for fish farming, using subjects like Pakcoy plants and Nile tilapia fish. This system has been successfully implemented, reading water conditions including temperature and pH, as well as air conditions such as temperature and humidity. Moreover, the system can also monitor the status of the water pump used to channel water from the pond to the pipes, and it can control feeding in the livestock. Monitoring and control processes within this system are carried out using a website application.

Keywords: Integrated Farming; Internet of Things; Wireless Sensor Network; Pakcoy; Nile Tilapia Fish

1. PENDAHULUAN

Pertanian merupakan roda penggerak ekonomi nasional. Selain bertujuan memenuhi hajat hidup masyarakat, sektor itu juga berguna untuk mendongkrak citra Indonesia di mata dunia. Salah satu sistem pertanian yang di kembangkan saat ini adalah sistem pertanian terpadu. Sistem pertanian terpadu merupakan suatu pendekatan yang menggabungkan berbagai kegiatan dalam sektor pertanian, seperti budidaya tanaman, peternakan, dan perikanan, dengan tujuan meningkatkan efisiensi dan produktivitas sumber daya seperti lahan, tenaga kerja, dan faktor-faktor pertumbuhan lainnya. Pendekatan ini juga bertujuan untuk meningkatkan kemandirian dan kesejahteraan petani secara berkelanjutan.

Sistem pertanian terpadu merujuk pada suatu pendekatan di mana tanaman, ternak, dan lingkungan sekitarnya dikelola secara holistik untuk menghasilkan produk secara optimal, dengan cenderung mengurangi ketergantungan pada input eksternal. Sistem ini mencakup integrasi erat antara tanaman dan ternak dalam kegiatan pertanian atau dalam suatu wilayah tertentu. Tujuan yang ingin dihasilkan dari pertanian terpadu ini adalah adanya kesenambungan antara satu komponen dengan komponen yang lain, yaitu adanya dukungan dari satu unsur tanaman dengan unsur hewan ternak. Dengan diterapkannya sistem pertanian terpadu ini diharapkan dapat meningkatkan hasil panen dan mengurangi biaya produksi. Penerapan sistem pertanian terpadu ini akan lebih efektif dan efisien jika dikembangkan dengan menggunakan teknologi. Diantara perkembangan teknologi terkini adalah konsep Internet of Things (IoT).

Teknologi IoT adalah sistem yang memanfaatkan internet sebagai sarana untuk berkomunikasi antara objek-objek atau antara pengguna dengan data yang dihasilkan oleh objek tersebut [1][2]. Untuk memperoleh data nilai ukur dari suatu objek, dibutuhkan suatu perangkat sensor yang digunakan untuk membaca nilai ukur dari objek tersebut baik berupa data analog atau data digital [2]. Diperlukan rangkaian minimum sistem untuk memproses dan mengirimkan data ke internet. Dengan bantuan sensor-sensor, data kondisi lahan pertanian seperti kelembaban tanah, suhu udara, suhu air, dan pH dapat diperoleh. Sedangkan Jaringan Sensor Nirkabel atau *Wireless Sensor Network* (WSN) merupakan perangkat mandiri yang menggunakan sensor untuk memantau kondisi lingkungan tertentu seperti suhu, suara, getaran, tekanan, dan gerakan di lokasi yang berbeda [3]. Data yang dihasilkan dari pemantauan akan dikirim melalui jaringan utama atau *Base Station* yang merupakan lokasi di mana data akan diamati dan dievaluasi. *Base Station* juga bertindak sebagai jembatan antara pengguna dan jaringan. WSN terdiri dari sejumlah node sensor yang ditempatkan di lokasi objek yang dipantau. Setiap node sensor dilengkapi dengan perangkat deteksi dan penghitungan, pemancar radio, serta sumber daya. Node sensor tidak hanya bertugas mengumpulkan data, tetapi juga bertanggung jawab atas analisis jaringan serta penggabungan data sensor [4].

Beberapa peneliti sudah mengembangkan sistem pertanian cerdas secara luas berbasis IoT. Sistem Tanaman Hidroponik Terintegrasi IoT Berbasis Android telah dirancang oleh Imelda Zahra Tungga Dewi beserta tim, sistem ini mampu mengontrol dari jarak jauh pada pertanian hidroponik dengan membuat sistem digitalisasi monitoring dan controlling menggunakan sebuah aplikasi. Dalam sistem ini menggunakan Sensor pH, DHT11, Soil Moisture, dan Solenoid Valve untuk memantau dan mengelola nutrisi pada tanaman hidroponik khususnya pada tanaman cabai dan selada [5].

Tjut Awaliyah Zuraiyah beserta tim telah merancang sistem pemberi nutrisi dan pengontrol kadar PH secara otomatis pada budidaya tanaman hidroponik. Sistem ini menggunakan sensor PH, sensor TDS, sensor LUX dan sensor DHT serta Mikrokontroller ESP 32 sebagai pengendali utama [6]. Penelitian yang mengembangkan teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN) juga sudah dilakukan. Masduki Makruf dan tim telah mengembangkan teknologi WSN untuk *smart farming*. Sistem ini menggunakan perangkat mikrokontroller Wemos D1 Mini sebagai pengolah data dari sensor-sensor. Data tersebut akan dikirim ke firebase (realtime-database) melalui jaringan *internet* dan dilaporkan ke penanam secara *realtime*. Sensor yang digunakan pada sistem ini ialah sensor turbidity yang berfungsi membaca tingkat kekeruhan air yang tercampur nutrisi dan sensor DHT11 yang digunakan untuk mengukur suhu pada tanaman hidroponik [7].

Ardian Prima Atmaja beserta tim telah mengembangkan sistem komunikasi pertanian cerdas berbasis *Wireless Sensor Networks* pada IoT. Pada sistem ini data dari sensor akan dikirim oleh *Wireless Sensor Network* (WSN) ke *Raspberry Pi* dan mengirimkannya ke *database* server yang kemudian dapat diakses melalui internet menggunakan aplikasi android. Aplikasi Android digunakan untuk memonitor sensor pH dan kelembaban tanah. Selain itu, pengendalian pompa air juga dapat dilakukan secara manual dan otomatis. Persentase keberhasilan sistem ini mencapai 100% karena semua data dari sensor berhasil diterima oleh *Raspberry Pi* dan dikirim ke database sehingga dapat diakses melalui aplikasi android dan situs web [8]. Penelitian selanjutnya yang digunakan sebagai rujukan adalah dilakukan oleh Putu Denanta Bayuguna Perteka dan tim telah merancang Sistem Kontrol dan Monitoring Tanaman Hidroponik Aeroponik Berbasis *Internet of Things*, perancangan perangkat IoT pada penelitian menggunakan mikrokontroler raspberry pi yang diintegrasikan dengan mikrokontroler Arduino Mega sebagai pusat dalam menjalankan sensor pendukung seperti sensor water level, ultrasonik, pH, TDS, dan DHT22. Aplikasi *mobile* android digunakan sebagai *interface* dalam kontrol dan monitoring perangkat oleh pengguna.[9]

Teknologi WSN dan IoT dapat diterapkan secara praktis pada pertanian terpadu dengan merujuk pada penelitian terdahulu. Oleh karena itu, maka dikembangkan sebuah studi dengan judul Penerapan Jaringan Sensor Nirkabel dan *Internet of Things* (IoT) pada Pertanian Terpadu. Sistem yang dibuat dapat mengawasi dan mengendalikan aktivitas pertanian yang terhubung dengan peternakan ikan melalui metode akuaponik. Dengan adanya sistem ini tanaman dan hewan dapat melangsungkan hidupnya tergantung dari lingkungannya. Lingkungan juga dipengaruhi oleh tanaman dan hewan, sehingga tanaman, hewan dan lingkungannya saling terkait dan mempengaruhi. Agar tumbuh dan menghasilkan dengan optimal, maka parameter-parameter yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan dari tanaman, hewan dan lingkungannya harus dapat dikendalikan dengan baik. Sensor-sensor berperan sebagai alat deteksi dan pengukur untuk memantau nilai-nilai parameter yang terkait dengan tanaman, hewan, dan lingkungan di sekitarnya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam membangun Sistem ini, ada beberapa serangkaian tahapan yang dilakukan yaitu studi pustaka, pengumpulan data, perancangan penelitian, analisa kebutuhan, pengujian sistem dan implementasi sistem. Tahapan tersebut dilakukan agar pembuatan sistem ini dapat berjalan dengan baik dan sesuai harapan. Diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1 Studi Pustaka

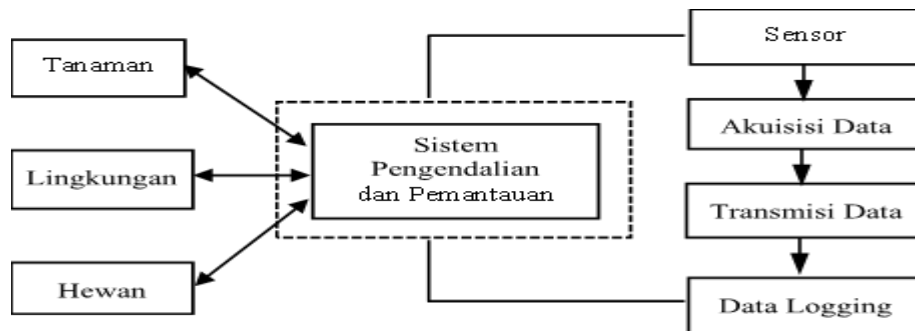
Proses ini melibatkan penelusuran berbagai referensi yang terkait dengan sistem pertanian terintegrasi, teknologi WSN dan IoT, termasuk sensor-sensor, sistem minimum ESP32, pengelolaan basis data, metode pengambilan data dari sensor, pengiriman data secara nirkabel dan melalui *Internet of Things* (IoT), serta perancangan situs web. Referensi tersebut ditemukan melalui buku-buku, jurnal-jurnal, artikel ilmiah, dan berbagai sumber literatur lainnya.

2.2 Metode Pengumpulan Data

Parameter yang diukur oleh sensor akan menjadi data yang digunakan dalam penelitian ini. Data yang akan diambil meliputi suhu udara, kelembaban udara, pH, dan suhu air. Data akan dikumpulkan setiap hari secara real time dalam rentang waktu yang ditentukan.

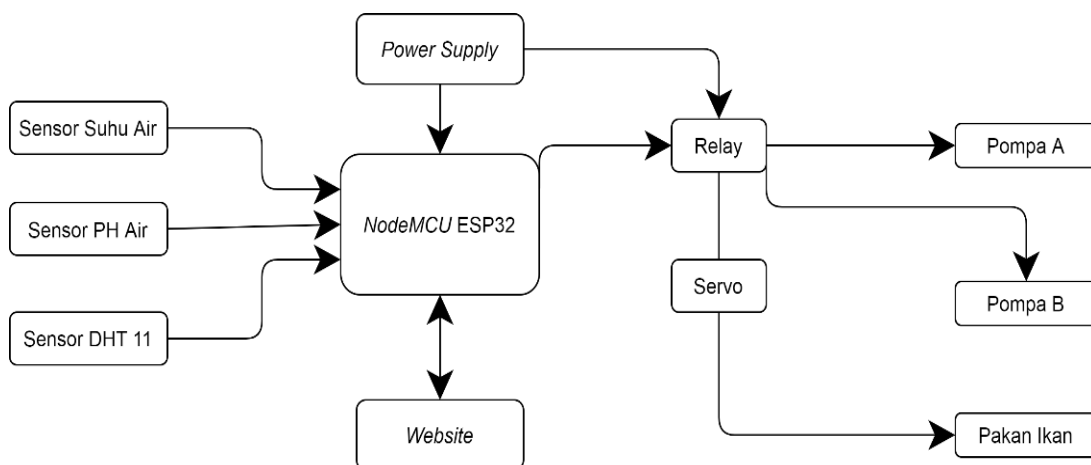
2.3 Rancangan Penelitian

Rancangan sistem secara umum ditunjukkan pada Gambar 2. Tanaman dan hewan dapat melangsungkan hidupnya tergantung dari lingkungannya. Lingkungan juga dipengaruhi oleh tanaman dan hewan, sehingga tanaman, hewan dan lingkungannya saling terkait dan mempengaruhi. Agar tumbuh dan menghasilkan dengan optimal, maka parameter parameter yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan dari tanaman, hewan dan lingkungannya harus dapat dikendalikan dengan baik. Sensor-sensor berfungsi sebagai detektor dan pengukur nilai-nilai parameter yang terkait dengan tanaman, hewan, dan lingkungan sekitarnya. Bagian akuisisi data bertugas mengolah data fisik dari tanaman, hewan, dan lingkungan tersebut menjadi data yang siap dikirim ke pusat pengolahan data untuk disimpan dan dianalisis lebih lanjut.



Gambar 2. Diagram Blok Perancangan Sistem

Adapun rancangan diagram blok untuk sistem kendali dan pemantauan dari sistem pertanian terpadu ini adalah seperti diperlihatkan pada Gambar 3. Sensor suhu air dan sensor pH air akan mendeteksi kondisi air, sedangkan sensor suhu dan kelembaban udara akan mendeteksi kondisi lingkungan tanaman. Informasi yang dihasilkan akan ditransmisikan oleh NodeMCU melalui jaringan *wifi* menuju situs *web*. Di situs *web* tersebut, user akan mengatur waktu pemberian pakan yang akan diberikan kepada hewan. Selain itu, controller juga akan mengatur pompa air yang akan mengalirkan air pada kolam perternakan dan mengalirkan air dari kolam ke tanaman.



Gambar 3. Diagram Blok Sistem Kendali dan Pemantauan.

2.4 Analisis Kebutuhan

Adalah proses yang dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem termasuk didalamnya perancangan perangkat lunak dan perangkat keras yang sesuai dengan kebutuhan penelitian

2.4.1 Akuaponik

Pembuatan Akuaponik pada penelitian ini bertujuan sebagai tempat menanam tanaman dan tempat peternakan ikan dalam satu wadah. Akuaponik ini dibuat dengan menggunakan bahan besi baja ringan sebagai rangka, terpal sebagai kolam peternakan ikan, dan pipa paralon sebagai tempat menanam tanaman. Bentuk akuaponik dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Akuaponik

2.4.2 Kebutuhan Perangkat Keras

Beberapa komponen perangkat keras yang dibutuhkan untuk menjalankan penelitian ini adalah:

a. Sistem Minimum ESP32

NodeMCU ESP32 adalah mikrokontroler System on Chip (SoC) yang terintegrasi dengan WiFi 802.11/b/g/n, Bluetooth versi 4.2, serta berbagai perangkat pendukung lainnya. Mikrokontroler ini terjangkau secara finansial, mudah diprogram, menyediakan jumlah pin I/O yang mencukupi, dan dilengkapi dengan adapter WiFi internal untuk mengakses jaringan internet [10].

b. Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11

Sensor DHT 11 adalah modul sensor yang memiliki fungsi mensensing objek suhu dan kelembaban dalam bentuk data digital [2][11]. Sensor DHT11 pada penelitian ini berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembaban udara disekitar area akuaponik. Bentuk sensor ini dipelihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Sensor DHT11

c. Sensor DF Robot Gravity V 2

DF Robot Gravity adalah sensor pH air analog yang didesain untuk mengukur tingkat pH dalam suatu larutan. Selain itu, sensor ini juga mampu mengukur tingkat keasaman atau kebasaan air. [12]. DF Robot Gravity pada penelitian ini berfungsi untuk mengukur kadar pH air didalam kolam peternakan ikan. Bentuk sensor DF Robot Gravity V 2 diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Sensor DF Robot Gravity

d. Sensor DS18B20

DS18B20 adalah sensor yang dapat membaca perubahan temperatur lingkungan dan mengkonversikannya menjadi sebuah tegangan listrik. Sensor ini menggunakan *interface one wire*, sehingga kabel yang digunakan hanya sedikit dalam

instalasinya [13]. Sensor DS18B20 yang digunakan dalam penelitian ini berperan sebagai alat untuk mendeteksi suhu dalam kolam peternakan ikan. Bentuk sensor DS18B20 ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Sensor Suhu DS18B20

e. Relay

Relay berperan sebagai saklar yang menghubungkan atau memutus aliran listrik. Relay adalah Saklar (*Switch*) yang pengoperasiannya dilakukan menggunakan sumber listrik dan merupakan komponen Electromechanical yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal [14]. Modul *relay* dalam penelitian ini difungsikan untuk mengontrol pengaktifan dan penonaktifan pompa air DC dan motor servo. Bentuk modul *relay* ditampilkan dalam ilustrasi pada Gambar 8.



Gambar 8. Relay

f. Pompa air DC

Pompa air merupakan peralatan listrik mekanis yang berfungsi untuk mengalirkan cairan dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi atau memindahkan cairan dari satu tempat ke tempat yang lain [15]. Pompa air pada penelitian ini digunakan untuk mengisi air ke kolam peternakan ikan dan untuk mengalirkan air dari kolam ke pipa paralon tempat menanam tanaman. Bentuk pompa DC diperlihatkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Pompa Air DC

g. Motor servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem umpan balik loop tertutup dimana kondisi motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam servo tersebut [16]. Motor servo pada penelitian ini digunakan untuk buka tutup pada alat pemberi pakan ikan pada kolam akuaponik secara otomatis. Bentuk motor servo diperlihatkan pada Gambar 10.

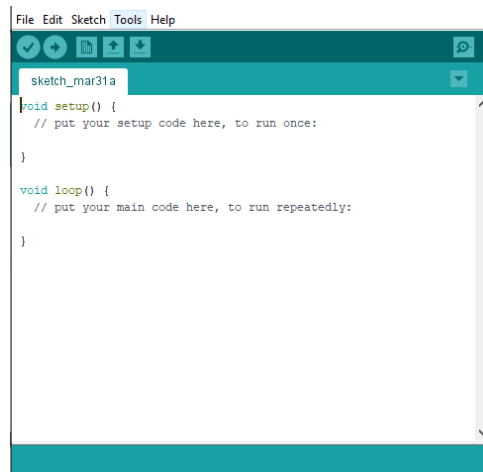


Gambar 10. Motor Servo

2.4.3 Kriteria Perangkat Lunak

Pada penelitian ini, beberapa perangkat lunak yang diperlukan termasuk diantaranya adalah:

- Sistem Operasi Windows 10 64 bit.
- Penggunaan XAMPP untuk manajemen basis data.
- Firebase: Firebase database* adalah database *real-time* yang disimpan di *cloud* dan mendukung berbagai *platform* seperti Android, iOS, dan Web. *Database Firebase* secara otomatis akan tersinkronisasi dengan aplikasi klien yang terhubung[17].
- Arduino IDE: *Integrated Development Environment (IDE)* merupakan lingkungan pengembangan terpadu (IDE) yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi dengan menulis kode, mengkonversinya menjadi kode biner, dan memuatnya ke dalam mikrokontroler. Selain itu, Arduino IDE juga berfungsi sebagai sebagai antarmuka untuk memprogram perangkat keras [2][18]. Antarmuka pengguna Arduino IDE ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Antarmuka pengguna pada Arduino IDE

- Visual Studio Code (VS Code)

Visual Studio Code merupakan sebuah aplikasi atau editor teks yang digunakan dalam pengembangan perangkat lunak dan aplikasi web. Dalam penelitian ini, Visual Studio Code dipakai untuk mengembangkan situs *web* yang akan berfungsi sebagai antarmuka bagi sistem. [19].

- MySQL

MySQL adalah sebuah sistem manajemen basis data yang mampu mengirim dan menerima data dengan kecepatan tinggi, dapat diakses oleh banyak pengguna secara bersamaan, dan menggunakan bahasa kueri SQL (*Structured Query Language*) sebagai dasar operasinya.[20]. Dalam penelitian ini, MySQL digunakan untuk menyimpan informasi mengenai suhu, kelembapan udara, dan data lainnya yang dikumpulkan dari *website*..

2.4.4 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan bertujuan untuk memastikan bahwa semua fungsionalitas pada sistem bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian dilakukan melalui jaringan internet, pada prosesnya, sensor membaca data kondisi akuaponik dan kolam peternakan secara *real-time*. Data yang terbaca akan disimpan dalam database untuk kemudian dianalisis setiap harinya.

Nilai sensor yang terbaca akan menjadi acuan dalam mengendalikan perangkat *output* atau aktuator dengan memberikan parameter nilai pengukuran. Berdasarkan parameter nilai pengukuran ini, aktuator akan bekerja sesuai dengan sensor yang terbaca. Setelah itu, *database* akan menampung data yang dikirim oleh sensor sehingga data tersebut dapat diakses melalui aplikasi *web*. Aplikasi *web* akan menampilkan kondisi terbaru dari sistem.

2.4.5 Implementasi Sistem

Implementasi sistem akan dilakukan setelah hasil pengujian menunjukkan kelayakan sistem untuk diterapkan pada pertanian terpadu berbasis IoT. Sistem yang dikembangkan harus bisa diakses secara *real-time* melalui aplikasi *web*, dan data yang ditampilkan dalam aplikasi *web* tersebut harus mudah dipahami oleh pengguna.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Akuaponik

Akuaponik dibuat sesuai konsep pada umumnya, dimana terdapat tempat untuk menanam tanaman serta kolam untuk peternakan ikan. Yang membedakan antara akuaponik ini dengan akuaponik yang lainnya adalah sistem kerja pada

akuaponik ini dapat dikontrol dan dimonitor secara otomatis menggunakan aplikasi *website*. Bentuk implementasi akuaponik ini diperlihatkan pada gambar 12 dan 13.



Gambar 12. Penggunaan pakcoy sebagai objek tanaman

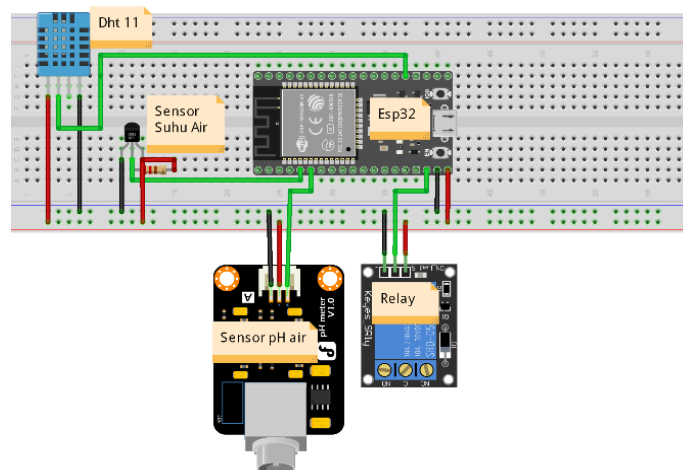


Gambar 13. kolam akuaponik dengan bibit ikan nila didalamnya

Berdasarkan 12 dan 13, Pada penelitian ini akuaponik dibuat dengan menggunakan bahan besi baja ringan sebagai rangka, terpal sebagai kolam peternakan ikan, terdapat tempat untuk menanam tanaman pakcoy yang dibuat dari pipa paralon yang posisinya berada di atas kolam terpal yang didalamnya sudah terdapat bibit ikan. Sedangkan objek tanaman yang digunakan adalah tanaman pakcoy dan ikan nila. Air dialirkan ke pipa paralon menggunakan pompa air DC dari kolam peternakan ikan yang kemudian dialirkan kembali ke kolam.

3.2 Implementasi Sistem

Sistem akuaponik ini dikontrol dan dimonitor melalui *node* sensor dan *controller*. Pada sistem ini digunakan sensor suhu dan pH air untuk mengetahui kondisi air dan sensor suhu dan kelembaban untuk mengetahui kondisi udara. Kondisi air ini perlu diketahui untuk menjamin kualitas lingkungan hidup hewan sekaligus lingkungan hidup tanaman, karena air dari kolam ini akan dialirkan ke tanaman melalui pompa. Sedangkan kondisi udara perlu untuk diketahui untuk menjamin kualitas lingkungan hidup tanaman pakcoy. Implementasi dari node sensor dan controller diperlihatkan oleh Gambar 14.



Gambar 14. Implementasi Node Sensor dan Controller

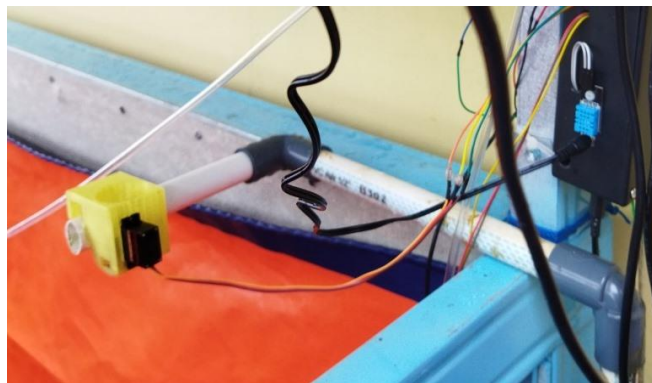
Gambar 14 merupakan hasil implementasi node sensor dan *controller* pada sistem ini. Sistem tersebut terdiri dari beberapa komponen, diantaranya mikrokontroler Esp32, sensor pH, sensor DHT11, sensor suhu dan relay.

Untuk kebutuhan air pada sistem ini dialirkan menggunakan pompa yang diatur secara otomatis dan melalui sistem penampungan terlebih dahulu seperti yang diperlihatkan pada Gambar 15.



Gambar 15. Bak Penampungan Air

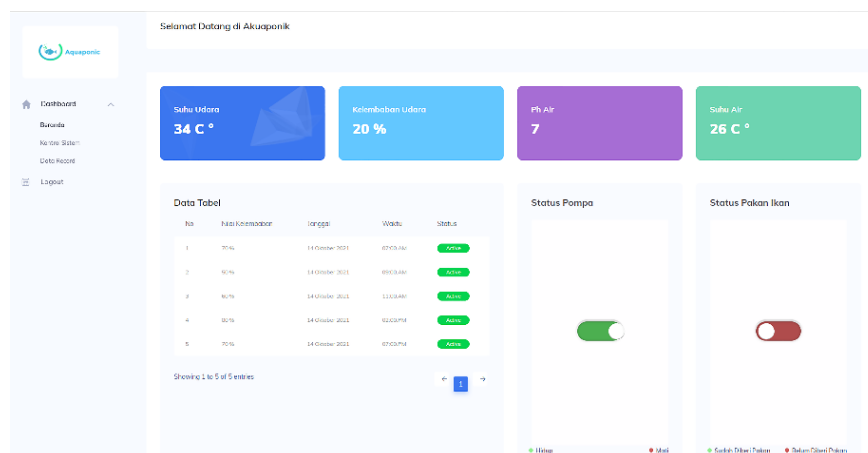
Pada sistem akuaponik ini juga dibuat sistem pemberian pakan ikan secara otomatis. Pengguna dapat mengatur waktu pemberian pakan melalui aplikasi *website*, kemudian sistem akan otomatis mengeluarkan sejumlah pakan di waktu yang sesuai dengan yang sudah diatur oleh pengguna. Katup pemberian pakan diperlihatkan pada Gambar 16.



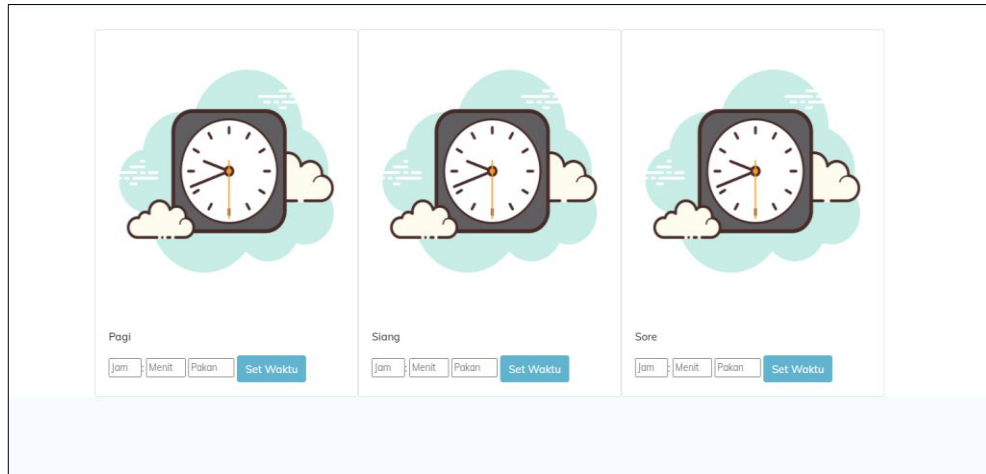
Gambar 16. Katup pakan Ikan

3.3 Implementasi dan Pengujian Antarmuka *Website*

Sistem kontrol dan monitor akuaponik dilakukan dengan menggunakan aplikasi *website*. Pengguna dapat melihat kondisi suhu dan kelembaban udara, pH dan suhu air, status pemberian pakan ikan serta status pompa air melalui halaman beranda *website* yang ditunjukkan pada Gambar 17 dan 18.

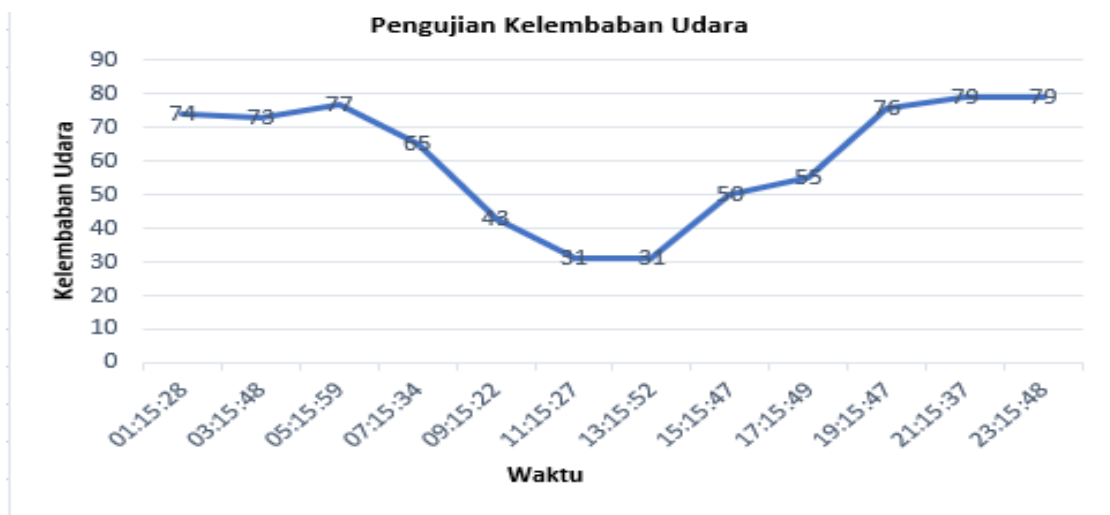


Gambar 17. Tampilan halaman beranda sistem

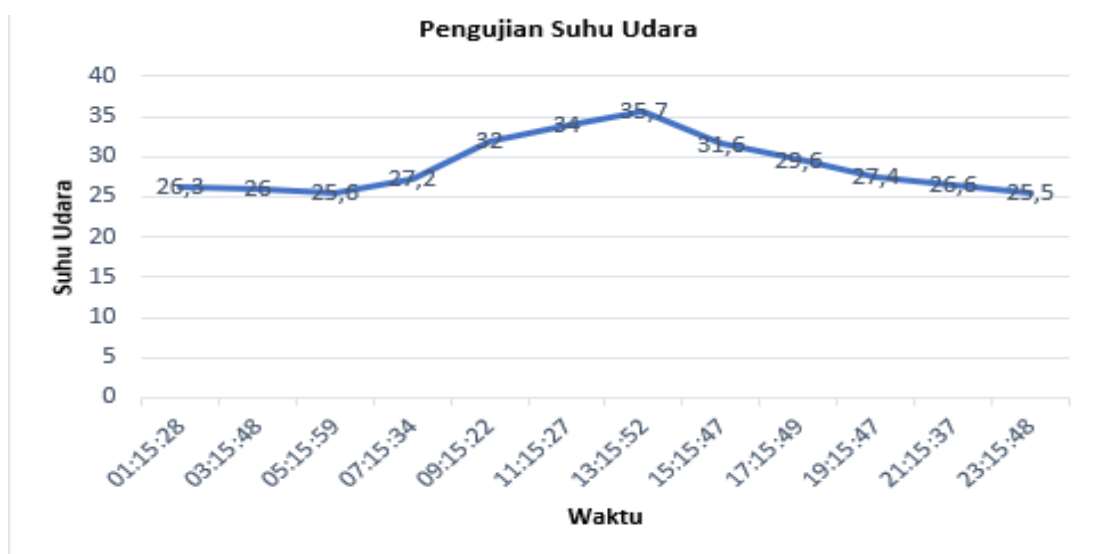


Gambar 18. Kontrol pakan ikan pada system

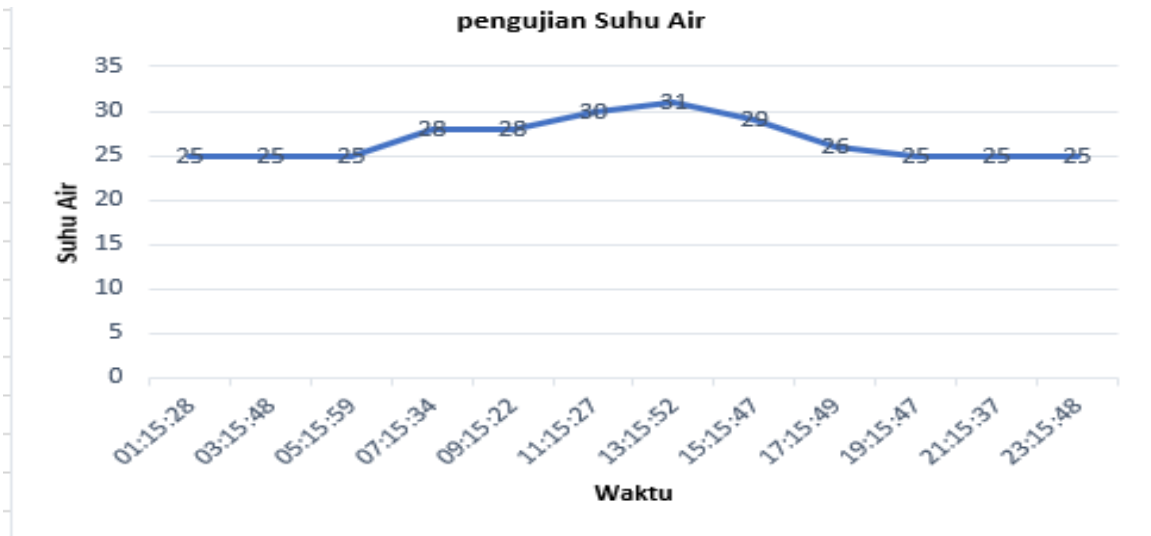
Berdasarkan implementasi yang sudah dibuat, dilakukan pengujian sistem diantaranya sistem pemantauan terhadap kondisi air dan kondisi udara. Untuk mengetahui kondisi air dan udara dalam satu hari, maka pengambilan data pengujian dilakukan dari pukul 01.00 sampai 23.00. Untuk hasil pengujian pemantauan kondisi air yang meliputi suhu dan pH air serta kondisi udara yang meliputi suhu dan kelembaban diperlihatkan pada Gambar 19-22.



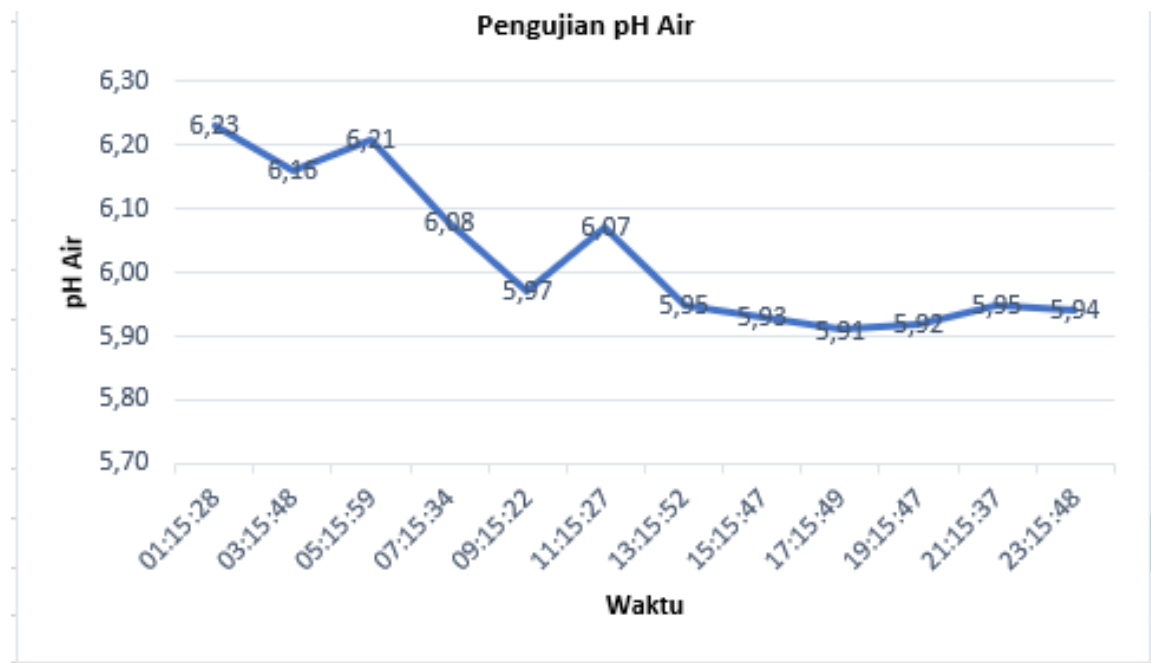
Gambar 19. Hasil Uji Kelembaban Udara



Gambar 20. Hasil Uji Suhu Udara



Gambar 21. Hasil Uji Suhu Air



Gambar 22. Hasil Uji pH Air

Berdasarkan Gambar 19-22, data diambil dalam kurun waktu 1 hari dalam rentang waktu 2 jam untuk melihat kondisi sensor. Dari data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa rata-rata nilai kelembaban udara adalah 61,08, rata-rata nilai suhu udara 28,95°C, rata-rata nilai suhu air 28,83°C, dan rata-rata nilai pH air sebesar 6,02.

Selain pengujian pemantauan terhadap kondisi air dan udara, pengujian juga dilakukan terhadap kondisi pompa air yang mengalirkan air dari kolam ke pipa paralon serta pengujian terhadap katup pemberian pakan ikan. Pengujian terhadap pompa air dilakukan untuk melihat kondisi pompa dalam satu hari, sehingga pengambilan data pengujian dilakukan dari pukul 01.00 sampai 23.00. Hasil pengujian kondisi pompa yang mengalirkan air dari kolam ke pipa paralon diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Kondisi Pompa Air

No.	Waktu	Tanggal	Status Pompa
1	01:15:32	14/02/2022	On
2	03:15:53	14/02/2022	On
3	05:16:04	14/02/2022	On
4	07:15:39	14/02/2022	On
5	09:15:28	14/02/2022	On
6	11:15:32	14/02/2022	On
7	13:15:56	14/02/2022	On

8	15:15:51	14/02/2022	On
9	17:15:53	14/02/2022	On
10	19:15:51	14/02/2022	On
11	21:15:44	14/02/2022	On
12	23:15:53	14/02/2022	On

Berdasarkan tabel 1, pengujian dilakukan selama kurun waktu satu hari dalam rentang waktu 2 jam untuk melihat kondisi pompa air yang mengalirkan air ke paralon tempat tanaman hidroponik. Berdasarkan tabel tersebut dapat dilihat bahwa pompa air selalu hidup untuk mengalirkan air ke paralon.

Sementara untuk pengujian terhadap katup pemberian pakan ikan dilakukan untuk melihat proses pemberian pakan sesuai waktu yang sudah ditentukan, yaitu pagi, siang dan sore. Pengambilan data kondisi katup pakan dilakukan selama enam hari dan disesuaikan dengan waktu pemberian pakan ikan. Hasil pengujian kondisi katup pemberian pakan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kondisi Katup Pakan

No	Waktu	Tanggal	Status Pakan Pagi	Status Pakan Siang	Status Pakan Sore	Keterangan
1	05:16:18	09/02/2022	Belum	Belum	Belum	Berhasil
2	17:16:30	09/02/2022	Sudah	Sudah	Sudah	Berhasil
3	05:15:42	10/02/2022	Belum	Belum	Belum	Berhasil
4	17:16:17	10/02/2022	Sudah	Sudah	Sudah	Berhasil
5	05:16:08	11/02/2022	Belum	Belum	Belum	Berhasil
6	17:15:53	11/02/2022	Sudah	Sudah	Sudah	Berhasil
7	05:15:58	12/02/2022	Belum	Belum	Belum	Berhasil
8	17:16:30	12/02/2022	Sudah	Sudah	Sudah	Berhasil
9	05:19:18	13/02/2022	Belum	Belum	Belum	Berhasil
10	17:15:46	13/02/2022	Sudah	Sudah	Sudah	Berhasil
11	05:16:17	14/02/2022	Belum	Belum	Belum	Berhasil
12	17:16:09	14/02/2022	Sudah	Sudah	Sudah	Berhasil

Berdasarkan tabel 2, data pemberian pakan diambil dua kali dalam sehari untuk melihat apakah katup pemberian pakan berfungsi atau tidak. Data dikirim setelah katup selesai melakukan pemberian pakan, dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa katup berfungsi dengan baik dan berhasil memberikan pakan sesuai dengan jam yang ditentukan.

3.4 Pembahasan

Penelitian yang dilakukan ini adalah pengembangan sistem kendali dan pemantauan otomatis pada pertanian terpadu, dimana sistem dibuat untuk tanaman pakcoy yang dikolaborasi dengan peternakan ikan nila dalam wadah akuaponik. Sistem ini dibuat sebagai inovasi di era Revolusi industri 4.0. Dengan menerapkan konsep WSN dan IoT, maka sistem ini dapat diaplikasikan dengan pembacaan sensor suhu udara dan kelembaban serta sensor suhu air dan Ph air. Selain itu, sistem ini juga dapat mengalirkan air ke media tanam pada akuaponik serta dapat mengontrol pemberian pakan ikan secara otomatis berdasarkan waktu pemberian pakan ikan, yaitu pagi, siang dan sore.

Informasi yang didapatkan dari sensor akan disimpan dalam basis data dan akan ditampilkan melalui *website*. Berdasarkan pengujian yang sudah dilakukan, sensor-sensor yang menjadi pendeteksi kondisi lingkungan pertanian terpadu ini dapat mengirimkan data sesuai dengan kondisi disekitarnya untuk diinformasikan ke pengguna melalui aplikasi *website* serta pengguna dapat mengatur pemberian pakan pada peternakan ikan nila sesuai dengan kebutuhan.

Dalam penelitian ini juga dihadapi beberapa kendala yaitu pemilihan perangkat yang sesuai untuk diterapkan dalam sistem kendali pertanian terpadu ini. Pemilihan prosesor menjadi hal penting dalam sistem ini dimana semua data akan diproses oleh perangkat ini sebelum didistribusikan ke perangkat lain. Selain itu, pemilihan *database* juga menjadi hal yang penting karena semua data dari sensor akan tersimpan di dalam *database* secara *realtime*. *Firestore* adalah basis data yang responsif dan andal, sehingga dipilih untuk digunakan dalam sistem ini karena mampu menangani data yang terus-menerus dikirimkan sesuai jadwal yang telah ditetapkan. Selain itu, sistem ini bekerja menggunakan koneksi *internet* yang stabil, maka pemilihan *Internet Service Provider* (ISP) menjadi hal yang penting untuk kelancaran proses kerja dari pertanian terpadu ini.

4. KESIMPULAN

Penerapan Jaringan Sensor Nirkabel dan Internet of Things (IoT) pada Pertanian Terpadu berhasil diimplementasikan dengan membaca kondisi air yang meliputi suhu dan pH air dan kondisi udara yang meliputi suhu dan kelembaban, membaca kondisi pompa air serta mengontrol katup pemberian pakan ikan, dimana data-data tersebut dikirimkan ke server agar dapat ditampilkan kepada pengguna. Dari hasil pengujian, rata-rata nilai kelembaban udara adalah 61,08, rata-rata nilai suhu udara 28,95°C, rata-rata nilai suhu air 28,83°C, dan rata-rata nilai pH air sebesar 6,02. Kondisi lingkungan pertanian terpadu dapat dipantau dan dikendalikan dengan menggunakan aplikasi *website* dengan menggunakan akses *internet*. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa sistem pemberian pakan 100% berhasil dalam kinerja sistem.

Integrasi IoT memungkinkan akses data dari jarak jauh melalui perangkat komputer. Ini memberikan kemudahan bagi petani untuk memantau dan mengelola pertanian tanpa harus berada di lokasi pertanian, meningkatkan fleksibilitas dan efisiensi dalam manajemen pertanian. Dengan akses *real-time* terhadap data lingkungan dan tanaman, petani dapat mengoptimalkan proses pertanian. Pengambilan keputusan yang didasarkan pada data secara akurat memungkinkan penggunaan sumber daya yang lebih efisien, meningkatkan kualitas hasil panen, dan mengurangi risiko kerugian.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami ingin menyampaikan terima kasih kepada pimpinan Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura atas fasilitas yang diberikan dalam mendukung penelitian ini melalui program hibah berbasis Program Studi dari dana DIPA Tahun 2021.

REFERENCES

- [1] I. U. Turyadi, "Analisa Dukungan Internet of Things (IoT) terhadap Peran Intelejen dalam Pengamanan Daerah Maritim Indonesia Wilayah Timur," *J. Teknol. dan Manaj. Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 29–39, 2021, doi: 10.26905/jtmi.v7i1.6040.
- [2] U. Ristian, I. Ruslianto, and K. Sari, "Sistem Monitoring Smart Greenhouse pada Lahan Terbatas Berbasis Internet of Things (IoT)," *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 8, no. 1, p. 87, 2022, doi: 10.26418/jp.v8i1.52770.
- [3] A. Silvia, R. . Halimatussa'diyah2, R. Rizky Aldi, and N. Latifah, "Perancangan Wireless Sensor Network Menggunakan Teknologi Multisensor Sebagai Sistem Monitoring Kualitas Udara," *J. Qua Tek.*, vol. 10, no. 2, pp. 1–13, 2020, doi: 10.35457/quateknika.v10i2.1189.
- [4] A. S. Handayani, N. L. Husni, and R. Permatasari, "Environmental Application with Multi Sensor Network," *Comput. Eng. Appl. J.*, vol. 9, no. 1, pp. 61–77, 2020, doi: 10.18495/comengapp.v9i1.322.
- [5] I. Zahra, T. Dewi, M. Faqih Ulinuha, W. Ajis Mustofa, A. Kurniawan, and F. A. Rakhmadi, "Smart Farming: Sistem Tanaman Hidroponik Terintegrasi IoT MQTT Panel Berbasis Android," *J. Keteknikan Pertan. Trop. dan Biosist.*, vol. 9, no. 1, p. 2021, 2021, [Online]. Available: <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2021.009.01.08>
- [6] T. A. Zuraiyah, M. I. Suriansyah, and A. P. Akbar, "Smart Urban Farming Berbasis Internet Of Things (IoT)," *Inf. Manag. Educ. Prof.*, vol. 3, no. 2, pp. 139–150, 2019.
- [7] M. Makruf, A. Sholehah, and M. Walid, "Implementasi Wireless Sensor Network (Wsn) Untuk Monitoring Smart Farming Pada Tanaman Hidroponik Menggunakan Mikrokontroler Wemos D1 Mini," *JIKO (Jurnal Inform. dan Komputer)*, vol. 2, no. 2, pp. 95–102, 2019, doi: 10.33387/jiko.v2i2.1360.
- [8] A. P. Atmaja, A. E. Hakim, A. P. A. Wibowo, and L. A. Pratama, "Communication systems of smart agriculture based on wireless sensor networks in IoT," *J. Robot. Control*, vol. 2, no. 4, pp. 297–301, 2021, doi: 10.18196/jrc.2495.
- [9] P. Denanta Bayuguna Perteka, I. N. Piarsa, and K. S. Wibawa, "Sistem Kontrol dan Monitoring Tanaman Hidroponik Aeroponik Berbasis Internet of Things," *J. Ilm. Merpati (Menara Penelit. Akad. Teknol. Informasi)*, vol. 8, no. 3, p. 197, 2020, doi: 10.24843/jim.2020.v08.i03.p05.
- [10] A. Wagyuana, "Prototipe Modul Praktik untuk Pengembangan Aplikasi Internet of Things (IoT)," *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 8, no. 2, p. 238, 2019, doi: 10.36055/setrum.v8i2.6561.
- [11] A. Y. Rangan, Amelia Yusnita, and Muhammad Awaludin, "Sistem Monitoring berbasis Internet of things pada Suhu dan Kelembaban Udara di Laboratorium Kimia XYZ," *J. E-Komtek*, vol. 4, no. 2, pp. 168–183, 2020, doi: 10.37339/e-komtek.v4i2.404.
- [12] M. H. Ramadhan, G. Dewantoro, and F. D. Setiaji, "Rancang Bangun Sistem Pakar Pemantau Kualitas Air Berbasis IoT Menggunakan Fuzzy Classifier," *J. Tek. Elektro*, vol. 12, no. 2, pp. 47–56, 2020, doi: 10.15294/jte.v12i2.25351.
- [13] A. E. , D. Imam Muammarul, "Pengendalian Suhu Air Menggunakan Sensor Suhu Ds18B20," *J. J-Ensitemc*, vol. 06, no. 1, pp. 347–352, 2019.
- [14] R. D. Risanty and L. Arianto, "Rancang Bangun Sistem Pengendalian Listrik Ruangan Dengan Menggunakan Atmega 328 Dan Sms Gateway Sebagai Media Informasi," *Sist. Inf.*, vol. 7, no. 2, pp. 1–10, 2017.
- [15] M. D. Ariansyah and S. Sariman, "Analisa Performa Pompa Air DC 12V 42 Watt terhadap Variasi Kedalaman Pipa Menggunakan Baterai dengan Sumber Energi dari Matahari," *J. Syntax Admiration*, vol. 2, no. 6, pp. 1083–1102, 2021, doi: 10.46799/jsa.v2i6.251.
- [16] A. I. Salim, Y. Saragih, and R. Hidayat, "Implementasi Motor Servo SG 90 Sebagai Penggerak Mekanik Pada E. I. Helper (ELECTRONICS INTEGRATION HELMET WIPER)," *Electro Luceat*, vol. 6, no. 2, pp. 236–244, 2020, doi: 10.32531/jelekn.v6i2.256.
- [17] Ilham Firman Maulana, "Penerapan Firebase Realtime Database pada Aplikasi E-Tilang Smartphone berbasis Mobile Android," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 4, no. 5, pp. 854–863, 2020, doi: 10.29207/resti.v4i5.2232.
- [18] D. Aryani, I. J. Dewanto, and A. Alfiantoro, "Prototipe Alat Pengantar Makanan Berbasis Arduino Mega," *Petir*, vol. 12, no. 2, pp. 242–250, 2019, doi: 10.33322/petir.v12i2.540.
- [19] M. Ummy Gusti Salamah, S. ST., *TUTORIAL VISUAL STUDIO CODE*. Kota Bandung: Media Sains Indonesia., 2021.
- [20] A. Subagia, *Membangun Aplikasi Web dengan Metode OOP*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo., 2018.