

# Teknologi Irigasi Berbasis IoT: Integrasi Sensor Nirkabel (SN), Energi Surya dan Logika *Fuzzy*

Supriadi Sahibu<sup>1</sup>, Surahman<sup>2</sup>, Andani Ahmad<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Pascasarjana Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, STMIK Handayani Makassar

<sup>1</sup>[supriadi@handayani.ac.id](mailto:supriadi@handayani.ac.id), <sup>2</sup>[ssurahman77@gmail.com](mailto:ssurahman77@gmail.com)\*, <sup>3</sup>[andani60@gmail.com](mailto:andani60@gmail.com)

## Abstract

Agriculture is a vital sector in the global economy that faces various challenges, especially in the efficient use of water resources. Irrigation is an important aspect of agriculture, especially in rice fields, because optimal water supply directly affects plant productivity. However, in Pao Village, Malangke District, and North Luwu Regency, water availability is increasingly limited due to climate change, urbanization, and inefficient exploitation of resources. Most farmers in the area do not have irrigation networks so during the dry season their rice fields experience drought and are at risk of crop failure. This study aims to design and develop an automatic irrigation system based on the Internet of Things (IoT) supported by wireless sensors and solar energy to improve the efficiency of water use in rice fields. The research method used is a prototype approach consisting of three main stages, namely preparation, prototype development, and system implementation. In the preparation stage, field observations and literature studies were carried out to determine system needs. The development stage includes design, implementation, and internal evaluation of the prototype. Furthermore, the system was implemented and tested in the field to assess its effectiveness in controlling irrigation automatically. The results of the study showed that the developed system was able to detect water levels using ultrasonic sensors and humidity sensors connected to Arduino. Data from the sensors is processed using fuzzy logic to automatically control the water pump based on the water conditions in the farmland. The energy used comes from solar panels, so the system can operate independently and is environmentally friendly. Tests have shown that the system works well in regulating the water supply to the rice fields efficiently and can help farmers overcome drought and increase agricultural productivity.

*Keywords:* agriculture, automatic irrigation, IoT, solar energi, wireless sensors

## Abstrak

Pertanian merupakan sektor vital dalam perekonomian global yang menghadapi berbagai tantangan, terutama dalam efisiensi penggunaan sumber daya air. Irigasi menjadi aspek penting dalam pertanian, khususnya pada persawahan, karena pasokan air yang optimal berpengaruh langsung terhadap produktivitas tanaman. Namun, di Desa Pao, Kecamatan Malangke, Kabupaten Luwu Utara, ketersediaan air semakin terbatas akibat perubahan iklim, urbanisasi, dan eksploitasi sumber daya yang tidak efisien. Sebagian besar petani di wilayah tersebut tidak memiliki jaringan irigasi, sehingga pada musim kemarau sawah mereka mengalami kekeringan dan berisiko mengalami gagal panen. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem irigasi otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) yang didukung oleh sensor nirkabel dan energi surya guna meningkatkan efisiensi penggunaan air pada persawahan. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan prototipe yang terdiri dari tiga tahap utama, yaitu persiapan, pengembangan prototipe, dan implementasi sistem. Pada tahap persiapan, dilakukan observasi lapangan dan studi pustaka untuk menentukan kebutuhan sistem. Tahap pengembangan mencakup perancangan, implementasi, serta evaluasi internal terhadap prototipe. Selanjutnya, sistem diimplementasikan dan diuji di lapangan untuk menilai efektivitasnya dalam mengontrol irigasi secara otomatis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu mendeteksi ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik dan sensor kelembapan yang terhubung dengan Arduino. Data dari sensor diproses menggunakan logika *fuzzy* untuk mengontrol pompa air secara otomatis berdasarkan kondisi air di lahan pertanian. Energi yang digunakan berasal dari panel surya, sehingga sistem dapat beroperasi secara mandiri dan ramah lingkungan. Pengujian menunjukkan bahwa sistem ini berfungsi dengan baik dalam mengatur pasokan air ke sawah secara efisien dan dapat membantu petani dalam mengatasi kekeringan serta meningkatkan produktivitas pertanian.

Kata kunci: energi surya, IoT, irigasi otomatis, pertanian, sensor nirkabel

©This work is licensed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

## 1. Pendahuluan

Pertanian merupakan sektor vital dalam perekonomian global yang terus mengalami tantangan, terutama dalam hal efisiensi penggunaan sumber daya air [1]. Irigasi menjadi salah satu aspek penting dalam pertanian, khususnya pada pertanian persawahan. karena pasokan air yang optimal berpengaruh langsung terhadap produktivitas tanaman [2]. Tetapi pada beberapa dekade terakhir, ketersediaan air pada sektor pertanian persawahan semakin terbatas akibat adanya

perubahan iklim, urbanisasi, dan eksploitasi sumber daya air yang tidak efisien [3].

Fenomena tersebut terjadi di Indonesia, khususnya pada wilayah Desa Pao, Kecamatan Malangke, bagian Administratif Luwu Utara Provinsi Sulawesi Selatan, di mana mayoritas penduduknya adalah petani [4]. Pertanian merupakan mata pencaharian utama untuk memenuhi kebutuhan ekonomi mereka. Pada pertanian bidang persawahan, air merupakan bagian yang sangat penting agar sawah mereka dapat ditanami padi [5].

Penyiraman atau irigasi merupakan salah satu faktor penting dalam pemenuhan kebutuhan air pada sawah mereka agar padi dapat tumbuh dengan baik dan subur [6]. Akan tetapi, tidak semua petani yang ada di Desa Pao memiliki jaringan irigasi sehingga pada musim kemarau sawah masyarakat menjadi kering dan menyebabkan kegagalan panen [7].

Banyak cara yang dilakukan petani untuk mencegah dampak kekeringan pada sawah mereka yang tidak memiliki irigasi, seperti memompa air dari sungai, memompa air dari mata air, dan memompa air dari sumur bor dengan menggunakan pompa air. Namun beberapa cara tersebut yang dilakukan oleh para petani sangat tidak efektif dan memerlukan banyak waktu dan tenaga.

Sejumlah penelitian telah mengkaji penerapan IoT, sensor nirkabel dan energi surya di berbagai bidang, seperti yang dilakukan oleh Musliadi dkk. (2024), mereka membuat sistem pemberian air minum otomatis pada ternak unggas menggunakan sensor nirkabel, namun dari metode pembacaan yang dihasilkan hanya 75% dari skala 100% [8]. Yuni Roza dkk. (2024), merancang sistem pemantauan pemakaian debit air PDAM dengan kombinasi teknologi IoT dengan hasil percobaan pengujian sensor pada 500 ml, 1000 ml dan 1500 ml masih terdapat selisih rata-rata eror 1.07% [9]. Sedangkan penerapan sensor nirkabel juga pernah diterapkan pada model absensi, namun masih terkendala jarak pembacaan kartu [10], begitu juga yang dilakukan oleh Fariha Eusufzai dan timnya (2024) yang membuat model jaringan pribadi menggunakan sensor nirkabel [11].

Terdapat beberapa penelitian terdahulu terkait irigasi, seperti yang dilakukan oleh Selamet Samsugi dkk. (2020) yang membangun sistem menggunakan arduino untuk mengatur buka tutup pintu irigasi pada pertanian, namun pada penelitian tersebut tidak menjelaskan berapa kapasitas air yang disalurkan untuk jarak lebar pembukaan tutup pintu irigasi air [12]. Hal yang sama juga dilakukan oleh Muhammad Masykur dkk (2020), ia mengontrol buka dan tutupnya pintu perairan sawah dengan menerapkan arduino dengan skala kecil dengan mengukur fungsi sensor pada jarak 0 cm, 3 cm, 6 cm, 9 cm dan 12 cm [13]. Sedangkan Chomy Dwi Alel dan Aswardi (2020), melakukan penelitian untuk menunjang pengontrolan pintu irigasi menggunakan arduino dan dipantau melalui android masih terdapat keterbatasan pada respon sensor hanya membaca besaran keluaran air dan bekerja berdasarkan nilai setpoint yang ditentukan [14].

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu, sistem irigasi dapat meningkatkan pengontrolan perairan pertanian. Meskipun demikian, penelitian tersebut masih membahas sistem irigasi pada skala kecil, tidak tersedianya sumber daya yang memadai, konektivitas jaringan di daerah yang kurang stabil, serta kebutuhan pemeliharaan secara berkala. Oleh karena itu, penelitian ini berupaya untuk mengembangkan sistem

irigasi berbasis IoT yang lebih adaptif, hemat energi, dan dapat digunakan para petani dengan mudah.

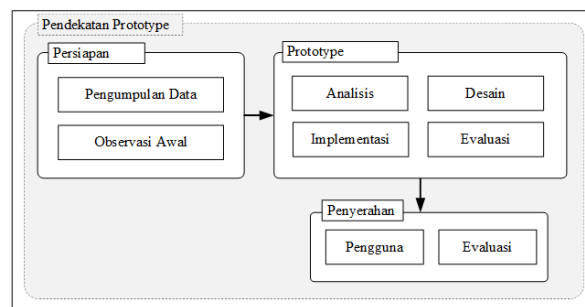
Untuk mengatasi masalah tersebut, perlu adanya inovasi baru yang menerapkan tenaga surya pada sistem irigasi untuk menanggulangi minimnya sumber daya pada area persawahan yang digunakan untuk menjalankan sistem. Sehingga nantinya sistem tersebut dapat digunakan untuk mengatasi masalah kekeringan lahan di Desa Pao Kecamatan Malangke Kabupaten Luwu Utara Provinsi Sulawesi Selatan.

Sebagai alternatif dari permasalahan yang ada, inovasi sistem irigasi dengan menerapkan *Wireless Sensor Network* (WSN) untuk memantau kondisi air di daratan. WSN digunakan sebagai pemompa irigasi secara otomatis untuk memudahkan transmisi data jarak jauh. Sistem ini dilengkapi dengan sensor Ultrasonik yang berfungsi untuk mengukur ketinggian air pada sawah secara otomatis. Sedangkan *transceiver* pada sistem yang dibangun digunakan sebagai media untuk melakukan komunikasi data dari dua. Data yang dihasilkan akan diolah oleh Arduino dengan logika *Fuzzy* sebagai pengontrol pompa air.

Berdasarkan permasalahan dan beberapa hasil penelitian sejenis yang pernah dilakukan oleh peneliti terdahulu yang didukung oleh perkembangan teknologi arduino, sensor nirkabel dan energi surya, maka penelitian ini bertujuan untuk merancang inovasi pengontrolan irigasi perairan persawahan yang ada di daerah desa Pao untuk mengatasi perairan dan mencegah terjadinya gagal panen yang diakibatkan tidak stabil air pada sawah masyarakat.

## 2. Metode Penelitian

Pemilihan metode atau teknik yang digunakan pada pelaksanaan penelitian sangat perlu dilakukan. Mengingat pentingnya penentuan metode atau teknik tersebut, maka peneliti melakukan pendekatan metode [15]. Pendekatan metode juga pernah dilakukan oleh Musliadi dan timnya (2024) dalam merancang pemberian minum otomatis pada ternak [16], sehingga pada alur penelitian ini juga menggunakan metode pendekatan yang sama, yakni pendekatan metode prototipe seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Arsitektur Penelitian [8]

Pendekatan metode yang digunakan terbagi menjadi tiga bagian penting, yakni persiapan, prototipe dan penyerahan. Setiap bagian tahapan tersebut terdiri dari

beberapa fase yang setiap fasenya berfungsi sebagaimana yang diperlukan pada proses pengembangan sistem. Metode ini dipilih karena tahapan yang dimilikinya sesuai dengan setiap tahap pada proses perancangan sistem ini baik dari sisi pengumpulan data hingga proses pembauatan sistem dan proses pengujian akhir yang dilakukan.

### 2.1. Persiapan

Langkah awal yang dilakukan oleh peneliti adalah melakukan pengumpulan data dengan cara melakukan observasi ke lokasi penelitian dan mengumpulkan informasi pendukung melalui studi pustaka. Data dan informasi yang diperoleh di analisis untuk menentukan kebutuhan sistem [17], baik dari perangkat keras, perangkat lunak dan bahkan komponen pendukung lainnya. Hasil analisa tersebut dibuat dalam bentuk laporan atau daftar kebutuhan yang dijadikan sebagai patokan dalam melakukan perancangan sistem pada tahap prototipe [18].

### 2.2. Prototipe

Setelah peneliti mengetahui komponen, bahan-bahan pendukung dan cara kerja dari sistem yang akan dikembangkan, tahap selanjutnya adalah melaksanakan pembuatan model sistem dalam bentuk *prototipe*. Prototipe merupakan model tiruan dari suatu produk sebelum masuk pada tahap produksi secara massal [19]. Pada tahap ini, akan dilakukan analisis komponen, desain sistem, implementasi dan evaluasi secara internal untuk memastikan bahwa setiap komponen pada sistem bekerja sesuai dengan fungsinya.

### 2.3. Penyerahan

Hasil perancangan prototipe sistem irigasi menggunakan sensor nirkabel dan energi surya yang di tanamkan logika fuzzy di serahkan kepada para petani. Penyerahan prototipe ini bertujuan untuk melakukan implementasi suatu sistem dan sekaligus melakukan evaluasi terhadap kinerja dari sistem [20]. Hasil evaluasi pada tahap ini digunakan untuk melakukan perbaikan atau perawatan pada produk.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pelaksanaan penelitian ini berupa implementasi sistem irigasi secara otomatis menggunakan tenaga surya yang didukung oleh sensor nirkabel dan logika fuzzy dalam mengendalikan pemompaan air pada irigasi persawahan. Pendekatan metode yang digunakan sebagai fase dalam mengumpulkan data, pembuatan produk hingga menerapkan sistem secara urutan sudah sangat baik dan cocok dengan model penelitian ini. Berdasarkan setiap proses pada tahapan metode pendekatan yang dipilih menghasilkan data, produk dan hasil implementasi seperti berikut.

### 3.1. Persiapan

Pada tahap persiapan, proses pengumpulan data dan informasi dilakukan untuk di analisa dan menghasilkan

informasi berupa tujuan utama pengembangan sistem serta komponen-komponen yang diperlukan pada perancangan prototipe sistem seperti pada daftar komponen pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen Utama Sistem

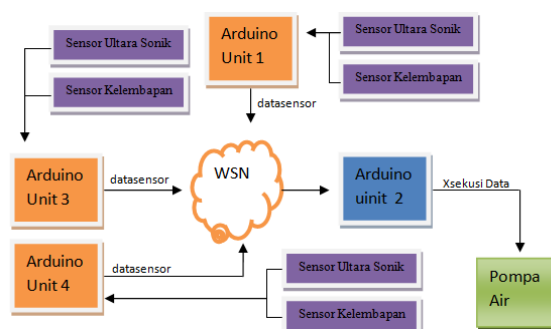
Bahan dan Alat	Jumlah
Sensor Ultrasonik	4 Unit
Arduino Uno	4 Unit
Sensor Kelembapan	4 Unit
Pompa Air DC	1 Unit
Sensor Nirkabel	1 Unit
Baterai Aki	1 Unit
Pipa	1 Unit
Step Down DC 4-40V	1 Unit
NodeMcu	4 Unit
Relay 12 V	1 Unit
Panel Surya 17V 10W	1 Unit

Komponen-komponen utama tersebut akan disatukan pada tahap prototipe dan dibantu dengan beberapa komponen tambahan sebagai pendukung pada sistem.

### 3.2. Prototipe

Berdasarkan hasil analisa dan pengumpulan komponen utama dan komponen penunjang, tahap pengembangan prototipe mulai dilakukan dengan merangkai satu demi satu komponen utama tersebut. Namun sebelum merangkai komponen tersebut menjadi satu kesatuan, pada tahap prototipe yang diusulkan terdapat tahap desain yang digunakan untuk membuat sketsa dalam bentuk blok diagram, alur kerja sistem model penerapan dari sistem prototipe yang akan diimplementasikan.

Gambar 2 tersebut menunjukkan sistem pemantauan dan kontrol berbasis *Wireless Sensor Network (WSN)* menggunakan beberapa unit Arduino. Sensor ultrasonik dan sensor kelembapan digunakan untuk mengumpulkan data lingkungan. Arduino Unit 1, 3, dan 4 mengumpulkan data dari sensor dan mengirimkannya melalui WSN ke Arduino Unit 2. Arduino Unit 2 kemudian memproses data yang diterima dan mengontrol pompa air berdasarkan kondisi yang terdeteksi. Sistem ini memungkinkan pemantauan jarak jauh dan otomatisasi dalam pengelolaan air berdasarkan sensor yang terhubung.

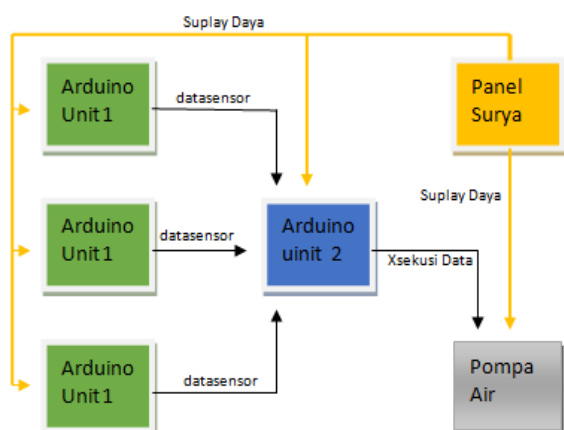


Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Gambar 3 menunjukkan sistem pemantauan dan pengendalian pompa air berbasis Arduino yang

menggunakan sumber daya dari panel surya. Dalam sistem ini, terdapat beberapa unit Arduino yang berfungsi untuk mengumpulkan data dari sensor yang terhubung dan mengirimkan informasi tersebut ke Arduino Unit 2 sebagai pusat pemrosesan data. Setiap Arduino Unit 1 menerima data dari sensor lingkungan dan mengirimkannya ke Arduino Unit 2 melalui jalur komunikasi data.

Panel surya berperan sebagai sumber daya utama yang menyediakan suplai daya ke seluruh sistem, termasuk Arduino Unit 2 dan pompa air. Setelah menerima data dari berbagai Arduino Unit 1, Arduino Unit 2 memproses informasi tersebut dan menentukan apakah pompa air perlu diaktifkan atau tidak. Jika kondisi yang terdeteksi oleh sensor memenuhi syarat tertentu, Arduino Unit 2 akan mengirimkan sinyal eksekusi untuk mengaktifkan pompa air. Dengan demikian, sistem ini memungkinkan otomatisasi dalam pengelolaan air yang efisien dan ramah lingkungan karena menggunakan energi terbarukan dari panel surya.



Gambar 3. Alur Kerja Sistem

Sistem ini menggunakan sel surya sebagai sumber daya utama untuk menjalankan seluruh perangkat yang terlibat. Sel surya berfungsi sebagai penyedia energi bagi unit Arduino dan sensor yang digunakan dalam sistem. Sensor ultrasonik dan sensor kelembaban berperan dalam mengumpulkan data mengenai ketinggian air di lokasi yang dipantau. Data yang diperoleh dari sensor-sensor ini dikirim ke berbagai unit Arduino yang bertanggung jawab untuk mengolah informasi sebelum diteruskan ke unit pengendali utama.

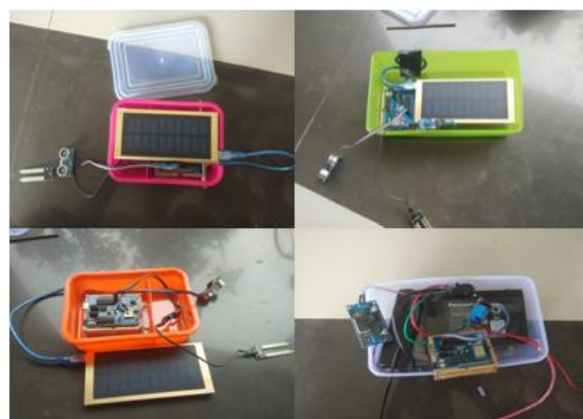
Arduino Unit 1 menerima data dari sensor ultrasonik dan sensor kelembaban yang telah mengukur ketinggian air. Setelah menerima data tersebut, Arduino Unit 1 mengolahnya dengan menggunakan metode *Fuzzy Logic System* (FLS). Teknik FLS

digunakan untuk menguji validitas data sensor sehingga menghasilkan informasi yang lebih akurat berdasarkan kategori ketinggian air yang diberikan sebagai masukan yang terdapat pada Tabel 1. Setelah proses pengolahan selesai, data yang telah diuji dikirimkan ke Arduino Unit 2 sebagai pusat kendali sistem.

Hal serupa juga dilakukan oleh Arduino Unit 3 dan Arduino Unit 4. Masing-masing unit menerima data ketinggian air dari sensor ultrasonik dan sensor kelembaban yang terhubung dengannya. Data tersebut kemudian diolah menggunakan metode *Fuzzy Logic System* (FLS) untuk memastikan keakuratan dan keandalan informasi yang dikumpulkan. Setelah melalui tahap pengolahan dan pengujian, data dari Arduino Unit 3 dan Arduino Unit 4 dikirimkan ke Arduino Unit 2 untuk diproses lebih lanjut.

Arduino Unit 2 berfungsi sebagai pusat kendali utama dalam sistem ini. Unit ini menerima seluruh data yang telah diproses dari Arduino Unit 1, Arduino Unit 3, dan Arduino Unit 4. Berdasarkan informasi yang diterima, Arduino Unit 2 akan menentukan tindakan yang diperlukan, terutama dalam mengendalikan pompa air. Jika kondisi ketinggian air yang terdeteksi oleh sensor memerlukan intervensi, Arduino Unit 2 akan mengirimkan instruksi ke pompa air untuk beroperasi.

Pompa air dalam sistem ini bekerja berdasarkan perintah yang diterima dari Arduino Unit 2. Pompa akan aktif sesuai dengan hasil analisis yang diperoleh dari data yang dikirim oleh ketiga unit Arduino lainnya. Sistem ini akan terus berjalan secara otomatis hingga terdapat perintah untuk menghentikan operasi pompa air, menyesuaikan dengan kondisi lingkungan yang terdeteksi oleh sensor. Dengan demikian, sistem ini memungkinkan pengelolaan air yang lebih efisien dan berbasis otomatisasi, serta didukung oleh sumber energi terbarukan dari sel surya.



Gambar 4. Perakitan Komponen Arduino

Tabel 2. Pengujian Internal Pembacaan Sensor

Skenario Pengujian	Masukan	Proses yang di uji	Keluaran	Hasil yang di harapkan	Keterangan
Sensor ketinggian air normal	Ketinggian air antara 3-5 cm	Sensor ultrasonik dan kelembaban mengirim data ke Arduino Unit 1, 3, dan 4	Data dikirim ke Arduino Unit 2, pompa tetap mati	Pompa air tidak aktif	Berhasil

Skenario Pengujian	Masukan	Proses yang di uji	Keluaran	Hasil yang di harapkan	Keterangan
Sensor mendeteksi air berada di bawah batas minimum	Ketinggian air < 3 cm	Sensor ultrasonik dan kelembaban mengirim data ke Arduino Unit 1, 3, dan 4	Arduino Unit 2 memproses data dan mengaktifkan pompa air	Pompa air menyala	Berhasil
Sensor mendeteksi air telah mencapai batas maksimal	Ketinggian air > 5 cm	Sensor ultrasonik dan kelembaban mengirim data ke Arduino Unit 1, 3, dan 4	Arduino Unit 2 memproses data dan mematikan pompa air	Pompa air mati	Berhasil
Sensor mengalami gangguan (misalnya eror atau tidak merespon)	Data tidak terbaca atau null	Sistem mendeteksi eror pada sensor	Data tidak dikirimkan ke Arduino Unit 2, status sistem tetap aman	Sistem tetap stabil dan pompa tidak beroperasi tanpa instruksi yang jelas	Berhasil
Sumber daya utama dari panel surya tidak tersedia	Panel surya tidak menghasilkan daya	Sistem memeriksa suplai daya ke Arduino Unit 2	Sistem masuk ke mode siaga atau menggunakan sumber daya cadangan jika tersedia	Sistem tetap aman dan pompa air tidak aktif	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian dengan metode Black Box, sistem bekerja dengan baik sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Seluruh skenario uji menunjukkan bahwa sensor dapat mengirimkan data dengan benar, Arduino Unit 1, 3, dan 4 berhasil memproses data menggunakan metode *Fuzzy Logic System* (FLS), serta Arduino Unit 2 mampu mengontrol pompa air dengan tepat sesuai kondisi lingkungan.

Beberapa skenario tambahan juga diuji untuk melihat bagaimana sistem menangani kondisi eror, seperti sensor yang gagal membaca data atau sumber daya utama dari panel surya yang tidak tersedia. Dalam kondisi ini, sistem tetap stabil dan tidak mengaktifkan pompa air tanpa instruksi yang jelas, sehingga menghindari kesalahan dalam operasional.

Hasil pengujian menggunakan metode Black Box menunjukkan bahwa sistem ini telah berfungsi dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Seluruh unit Arduino, sensor, dan pompa air dapat bekerja secara otomatis berdasarkan data yang dikumpulkan. Dengan demikian, sistem ini dapat digunakan untuk mengelola ketinggian air secara otomatis dan efisien dengan dukungan energi dari panel surya.

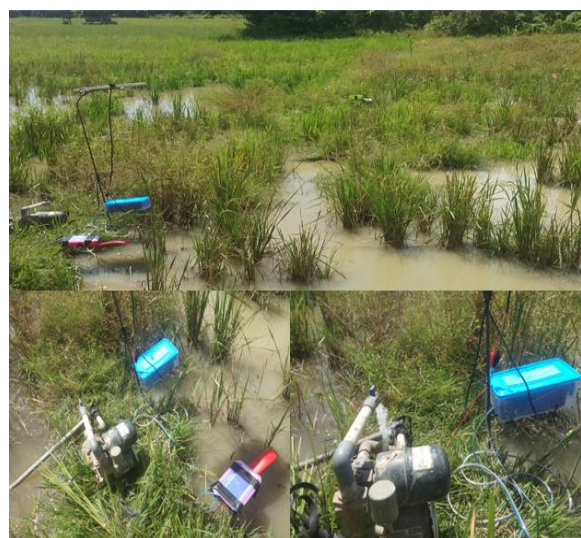
### 3.3. Penyerahan

Setelah produk melewati serangkaian perancangan dan pengujian internal, produk diimplementasikan di lapangan. Untuk memastikan produk siap didistribusikan ke seluruh peternak unggas, prototipe akan dievaluasi ulang secara menyeluruh setelah menerima masukan dari hasil implementasi yang dilakukan oleh beberapa peternak. Pengujian dan evaluasi ulang terhadap hasil implementasi sangat penting untuk memverifikasi bahwa prototipe yang telah disempurnakan telah mengatasi berbagai masalah yang diperoleh di lapangan, tidak menemui kendala yang berarti, dan dapat berfungsi dengan baik seperti saat diuji secara internal.

Pengujian alat pada penelitian ini diawali dengan proses pemberian daya oleh panel surya yang menghasilkan arus searah (DC) sebesar 12 Volt. Arus ini kemudian disimpan dalam baterai sebagai reservoir energi dan penyedia daya. Selanjutnya, arus yang

tersimpan tersebut diubah oleh alat *Step Down Converter* menjadi 3,5 Volt untuk mengaktifkan Arduino unit satu. Aktifnya unit ini ditandai dengan lampu indikator daya berwarna merah pada Arduino unit satu saat menyala. Selain itu, arus tersebut juga diubah menjadi tegangan DC sebesar 5 Volt yang digunakan untuk mengaktifkan Sensor Ultrasonik dan Sensor Kelembaban yang ditandai dengan lampu indikator daya pada sensor menyala.

Pada tahap pengujian selanjutnya, dilakukan uji coba pada Sensor Ultrasonik dan Sensor Kelembaban untuk memastikan kemampuannya dalam membaca naik turunnya muka air, serta tingkat kelembaban tanah. Data yang diperoleh dari sensor tersebut kemudian dikirim ke Arduino unit satu sebagai informasi mengenai kondisi muka air. Proses serupa juga terjadi pada Arduino unit tiga dan Arduino unit empat, di mana masing-masing unit menerima data dari sensor yang terhubung dan mengolah informasi tersebut.






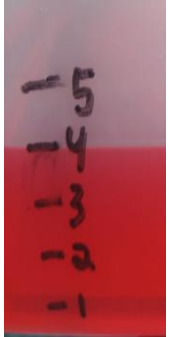

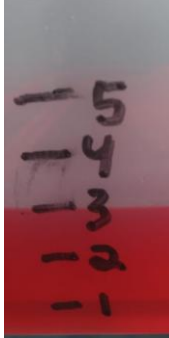

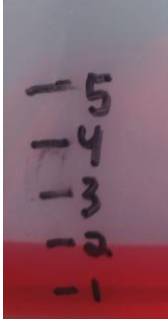
Gambar 5. Penerapan sistem


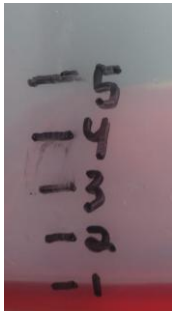
Selanjutnya, Arduino unit satu mengolah data yang diterima dari Sensor Ultrasonik dan Sensor Kelembaban dengan menerapkan metode yang telah ditentukan. Data yang telah diolah kemudian diklasifikasikan untuk mengetahui status level air. Setelah proses klasifikasi selesai, dilakukan pengujian

untuk memastikan bahwa Arduino unit satu dapat mengirimkan data ke Arduino Unit Dua, Arduino unit tiga, dan Arduino unit empat. Data yang diterima oleh Arduino Unit dua kemudian diolah untuk mengendalikan pompa air, termasuk menghidupkan atau mematikan pompa sesuai dengan hasil analisis data level air yang dikumpulkan oleh sistem.

Dengan demikian, pengujian ini memastikan bahwa seluruh komponen dalam sistem dapat bekerja dengan baik, mulai dari catu daya oleh panel surya, pengolahan data oleh unit Arduino, hingga proses pengaktifan dan penghentian pompa air berdasarkan data sensor yang diterima.

Tabel 3. Pengujian Dilapangan

Ketinggian air (cm)	Kondisi Dilokasi	Indikator Prototipe	Kondisi Ketinggian Air	Ket
5 Cm			Sangat Melimpah	Pompa Belum Hidup
4 Cm			Normal Sedang	Pompa Belum Hidup
3 Cm			Sedang	Pompa Hidup
2 Cm			Kurang	Pompa Hidup

Ketinggian air (cm)	Kondisi Dilokasi	Indikator Prototipe	Kondisi Ketinggian Air	Ket
1 Cm			Sangat Kurang	Pompa Hidup

Ketinggian air dianggap melimpah apabila ketinggian air yang dideteksi oleh Arduino unit satu, Arduino unit tiga, dan Arduino unit empat masing-masing lebih dari lima sentimeter. Pada kondisi ini, Arduino Unit dua akan membaca bahwa air melimpah, sehingga pompa dimatikan. Apabila Arduino unit satu dan Arduino unit tiga menunjukkan ketinggian air lebih dari lima sentimeter, tetapi Arduino unit empat kurang dari lima sentimeter, maka Arduino Unit dua akan mendeteksi kondisi air sangat melimpah, tetapi pompa air belum dinyalakan. Apabila Arduino unit satu menunjukkan ketinggian air lebih dari lima sentimeter, sedangkan Arduino unit tiga dan Arduino unit empat menunjukkan ketinggian air kurang dari lima sentimeter, maka Arduino Unit dua akan mendeteksi kondisi air normal dan pompa air akan tetap menyala.

Ketinggian air dianggap normal apabila Arduino unit satu, Arduino unit tiga, dan Arduino unit empat masing-masing menunjukkan ketinggian empat sentimeter. Pada kondisi ini, Arduino Unit dua akan membaca bahwa air normal dan pompa akan dimatikan. Jika Arduino unit satu dan Arduino unit tiga menunjukkan ketinggian air empat sentimeter, tetapi Arduino unit empat kurang dari empat sentimeter, maka Arduino Unit dua akan tetap mendeteksi kondisi air normal dan pompa air akan tetap mati. Jika Arduino unit satu menunjukkan empat sentimeter, sementara Arduino unit tiga dan Arduino unit empat menunjukkan ketinggian kurang dari empat sentimeter, maka Arduino Unit dua akan membaca bahwa ketinggian air menurun dan pompa air akan tetap menyala.

Ketinggian air dianggap dalam kondisi sedang jika Arduino unit satu, Arduino unit tiga, dan Arduino unit empat masing-masing menunjukkan ketinggian tiga sentimeter. Dalam kondisi ini, Arduino Unit dua akan membaca bahwa air dalam kondisi sedang dan pompa air akan tetap menyala. Jika Arduino unit satu dan Arduino unit tiga menunjukkan tiga sentimeter, tetapi Arduino unit empat kurang dari tiga sentimeter, maka Arduino Unit dua akan tetap mendeteksi kondisi air sedang dan pompa air akan tetap menyala. Jika Arduino unit satu menunjukkan tiga sentimeter, sementara Arduino unit tiga dan Arduino unit empat menunjukkan ketinggian kurang dari tiga sentimeter, maka Arduino Unit dua akan membaca bahwa ketinggian air menurun dan pompa air akan tetap menyala.

Ketinggian air dianggap rendah jika Arduino unit satu, Arduino unit tiga, dan Arduino unit empat masing-masing menunjukkan ketinggian dua sentimeter. Dalam kondisi ini, Arduino Unit dua akan membaca bahwa air rendah dan pompa air akan tetap menyala. Jika Arduino unit satu dan Arduino unit tiga menunjukkan dua sentimeter, tetapi Arduino unit empat kurang dari dua sentimeter, maka Arduino Unit dua akan tetap mendeteksi kondisi air rendah dan pompa air akan tetap menyala. Jika Arduino unit satu menunjukkan dua sentimeter, sementara Arduino unit tiga dan Arduino unit empat menunjukkan ketinggian kurang dari dua sentimeter, maka Arduino unit dua akan membaca ketinggian air sangat rendah dan pompa air akan tetap menyala. Jika Arduino unit satu menunjukkan satu sentimeter, sedangkan Arduino unit tiga dan Arduino unit empat menunjukkan ketinggian kurang dari satu sentimeter, maka Arduino Unit dua akan membaca ketinggian air sangat rendah dan pompa air akan tetap menyala.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa jika ketinggian air berada dalam kategori sangat melimpah, normal, sedang, kurang, atau sangat kurang, dengan kisaran antara 1 cm hingga 5 cm pada titik sensor di lahan sawah, maka kondisi tersebut masih dianggap tidak aman. Oleh karena itu, sistem akan tetap menginstruksikan pompa air untuk tetap menyala. Namun, ketika ketinggian air mencapai batas sangat melimpah, yaitu lebih dari 5 cm pada titik sensor di lahan persawahan, maka sistem akan menginstruksikan pompa air untuk dimatikan. Dengan adanya teknologi ini, para petani lebih hemat energi dalam mengontrol perairan sawah mereka karena tidak lagi mengendalikan sumber energi listrik.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar dilakukan pengembangan alat khusus yang mampu mendeteksi kondisi cuaca. Dengan adanya sensor cuaca, sistem dapat mencegah pompa air menyala secara otomatis saat musim hujan. Selain itu, perlu ditambahkan sistem siaga (*standby*) pada sumber daya, yaitu menggunakan aki atau baterai. Sistem ini akan berfungsi untuk mengaktifkan mode siaga ketika daya

aki atau baterai tersisa 10%, sehingga dapat menjaga daya tahan dan umur pemakaian aki atau baterai.

### Daftar Rujukan

- [1] A. Rohman, A. Holik, and H. Yulindoko, "Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Sistem Pertanian Hidroponik Skala Rumah Tangga di Kelurahan Singonegaran Kota Banyuwangi Pendahuluan Dimasa pandemi Corona Virus Desease memaksimalkan lahan yang sempit dengan hasil Target dan Luaran ( Opti," vol. 6, no. 2, pp. 212–218, 2021.
- [2] S. Fuada *et al.*, "Narrative Review Pemanfaatan Internet-of-Things Untuk Aplikasi Seed Monitoring and Management System Pada Media Tanaman," *INFOTECH J.*, vol. 9, no. 1, pp. 40–45, 2023.
- [3] P. Iman, "Prototipe Rancang Bangun Pintu Bendungan Otomatis Untuk Irigasi Pertanian Berbasis Mikrokontroler Arduino ATMEGA328," *J. Fasilkom*, vol. 10, no. 2, pp. 97–102, 2020.
- [4] M. Yusuf and A. Agustang, "Dinamika Perubahan Sosial Ekonomi Pada Masyarakat Kindang Kabupaten Bulukumba," *J. Sos. J. Has. Pemikiran, Penelit. dan Pengemb. Keilmuan Sociol. Pendidik.*, vol. 7, no. 2, p. 31, 2020, doi: 10.26858/sosialisasi.v0i2.14137.
- [5] N. Nursuhud *et al.*, "Pemahaman Petani Dalam Budidaya Buahmanggis Di Desa Parakanmanggu Pangandaran Untuk Peningkatan Kualitas Hasil Panen," *Kumawula J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 7, no. 3, pp. 892–905, 2024.
- [6] N. Effendi, W. Ramadhani, and F. Farida, "Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah Berbasis IoT," *J. CoSciTech (Computer Sci. Inf. Technol.)*, vol. 3, no. 2, pp. 91–98, 2022, doi: 10.37859/coscitech.v3i2.3923.
- [7] A. Haris, H. Sikumbang, and L. M. S. Anwar, "Mikro-Irigasi Cerdas dengan Sprinkler Menggunakan Fuzzy Logic Pada Lahan Terbatas Untuk Pertanian 4.0," vol. 14, no. 4, pp. 168–174, 2021, doi: 10.30998/faktorexacta.v14i4.10742.
- [8] K. Musliadi, P. Yonky, and Kaharuddin, "PADrink-Poultry Automatic Drinking System Innovation Using Arduino," *J. Fasilkom*, vol. 14, no. 2, pp. 420–427, 2024.
- [9] Y. Roza, K. Musliadi, Y. Pernando, I. Syafrinal, and Kaharuddin, "Rancang Bangun Monitoring Debit Air PDAM Rumah Tangga Berbasis Internet of Things (IoT)," *SKANIKA Sist. Komput. dan Tek. Inform.*, vol. 7, no. 2, pp. 214–223, 2024.
- [10] Y. Roza, K. Musliadi, and Y. Pernando, "Presence Prototype Model Design Using RFID RC522," *Sci. Lit. Innov. Technol. J.*, vol. 1, no. 02, pp. 26–31, 2024.
- [11] F. Eusufzai, A. N. Bobby, F. Shabnam, and S. R. Sabuj, "International Journal of Intelligent Networks Personal internet of things networks: An overview of 3GPP architecture , applications , key technologies , and future trends," *Int. J. Intell. Networks*, vol. 5, no. June 2023, pp. 77–91, 2024, doi: 10.1016/j.ijin.2024.02.001.
- [12] S. Samsugi, Z. Mardiyansyah, and A. Nurkholis, "Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno," *JTST*, vol. 01, no. 01, pp. 17–22, 2020.
- [13] M. Masykur, I. Nurichsan, and R. Firman Ginanjar, "Rancang Bangun Prototype Alat Buka Tutup Pintu Perairan Sawah Otomatis Bersekala Kecil Di Desa Majasari Menggunakan Arduino Uno," *Agribisnis dan Agrowisata*, vol. 11, no. 1, 2020.
- [14] C. D. Alel and A. Aswardi, "Rancang Bangun Buka Tutup Pintu Air Otomatis Pada Irigasi Sawah Berbasis Arduino Dan Monitoring Menggunakan Android," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 1, p. 167, 2020, doi: 10.24036/jtev.v6i1.107924.
- [15] M. KH, K. Kaharuddin, and I. Verdian, "Ragam Hias Konsep Arsitektur Bangunan Atap Tionghoa Memanfaatkan Teknologi Augmented Reality," *J. Fasilkom*, vol. 13, no. 3, pp. 398–405, 2023, doi: 10.37859/jf.v13i3.6171.
- [16] K. Musliadi, K. Kaharuddin, Y. Roza, and Y. Pernando, "Aplikasi Pembelajaran Al-Qur'an 'Madina' Memanfaatkan Teknologi Digital Pada Anak Usia Dini Berbasis Android Menggunakan Metode Rapid Application Development," *J. Inf. Syst. Res.*, vol. 6, no. 2, pp. 812–821, 2024, doi: 10.47065/josh.v6i2.6102.
- [17] A. Ismail and K. Musliadi, "Analisis Kebutuhan dan Perancangan Sistem Informasi Administrasi Kependudukan untuk Meningkatkan Efisiensi Layanan di Kelurahan Paropo," *J. Digit. Ecosyst. Nat. Sustain.*, vol. 3, no. 2, pp. 58–63, 2023.
- [18] K. Musliadi, *Membuat Laporan dan Analisis Data dengan PivotTable*. Jakarta: Elex Media Komputindo, 2016.
- [19] K. Musliadi and P. Yonky, "Perancangan Prototype Alat Penghapus Papan Tulis Otomatis Dengan Koneksi Bluetooth," *J. Digit. Ecosyst. Nat. Sustain.*, vol. 2, no. 2, pp. 67–72, 2022.
- [20] K. Kaharuddin, K. Musliadi, I. Syafrinal, and Y. Pernando, "Efektivitas Integrasi Augmented Reality Dalam Pembelajaran Tematik Kelas 3 Siswa Sekolah Dasar Menggunakan Model ARCS," *J. Inf. Syst. Res.*, vol. 6, no. 2, pp. 803–811, 2025, doi: 10.47065/josh.v6i2.6070.