



Sistem Optimasi Irigasi Subak melalui Teknologi *Internet of Things*

Fahrul Adi Nugroho

Universitas Duta Bangsa

Medhika Heri Pasetyo

Universitas Duta Bangsa

Ramdan Oky Sulistyawan

Universitas Duta Bangsa

Dhodi Berlian Wahyu Wibowo

Universitas Duta Bangsa

Rudi Susanto

Universitas Duta Bangsa

Alamat: Kampus

Korespondensi penulis: rudi_susanto@udb.ac.id

Abstract. Agriculture is an important sector supporting food security and community economy. One of the renowned traditional irrigation systems in Indonesia is subak, widely used in Bali. While effective in managing water distribution, subak faces challenges in water use efficiency and response to climate change. This article examines the use of Internet of Things (IoT) technology to optimize subak irrigation systems. By utilizing soil moisture sensors, Wi-Fi modules, and NodeMCU microcontrollers, an automatic irrigation system can be implemented to monitor soil conditions in real-time and regulate water flow accurately. The research findings indicate that IoT technology application in subak not only enhances water use efficiency but also supports environmental sustainability and increases agricultural productivity. The article also discusses challenges, solutions, and long-term benefits expected from this technology implementation

Keywords: Automatic Irrigation, Internet of Things (IoT), NodeMCU, Soil Moisture Sensor, Subak, Water Use Efficiency

Abstrak. Pertanian merupakan sektor penting yang mendukung ketahanan pangan dan ekonomi masyarakat. Salah satu sistem irigasi tradisional yang terkenal di Indonesia adalah subak, yang banyak digunakan di Bali. Meskipun efektif dalam mengatur distribusi air, subak menghadapi tantangan dalam hal efisiensi penggunaan air dan respon terhadap perubahan iklim. Artikel ini mengkaji penggunaan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk mengoptimalkan sistem irigasi subak. Dengan memanfaatkan sensor kelembaban tanah, modul Wi-Fi, dan mikrokontroler NodeMCU, sistem irigasi otomatis

dapat diimplementasikan untuk memantau kondisi tanah secara *real-time* dan mengatur aliran air secara tepat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan teknologi IoT pada subak tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan air, tetapi juga mendukung keberlanjutan lingkungan dan meningkatkan produktivitas pertanian. Artikel ini juga membahas tantangan dan solusi dalam penerapan teknologi ini serta manfaat jangka panjang yang diharapkan dapat dicapai.

Kata kunci: Efisiensi Penggunaan Air, Irigasi Otomatis, *Internet of Things* (IoT), NodeMCU, Sensor Kelembaban Tanah, Subak

LATAR BELAKANG

Pertanian memainkan peran vital dalam mendukung ketahanan pangan dan perekonomian banyak negara, termasuk Indonesia. Salah satu warisan budaya yang masih dipraktikkan hingga kini adalah sistem irigasi tradisional subak di Bali. Subak adalah sistem pengelolaan air yang berbasis komunitas dan telah diakui oleh UNESCO sebagai Warisan Budaya Dunia. Sistem ini memungkinkan distribusi air secara adil dan efisien ke sawah-sawah melalui jaringan kanal, terowongan, dan pintu air yang dirancang dengan baik. Meskipun subak telah terbukti efektif selama berabad-abad, tantangan modern seperti perubahan iklim, peningkatan populasi, dan kebutuhan akan efisiensi penggunaan air menuntut adanya inovasi dalam sistem irigasi ini (Setiadi & Abdul Muhaemin, 2018).

Di era modern ini, efisiensi penggunaan air menjadi semakin penting mengingat sumber daya air yang semakin terbatas dan meningkatnya kebutuhan akan produksi pangan. Sistem irigasi subak tradisional, meskipun efektif, masih memiliki keterbatasan dalam hal pengelolaan air yang presisi. Kekurangan data *real-time* mengenai kondisi tanah dan kebutuhan air tanaman sering kali mengakibatkan irigasi yang tidak efisien dan pemborosan air. Tantangan ini menggarisbawahi pentingnya integrasi teknologi modern dalam sistem irigasi tradisional untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian (Walid, Nufairi, & Umam, 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan sistem irigasi subak dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT). Dengan mengintegrasikan sensor kelembaban tanah, modul Wi-Fi, dan mikrokontroler NodeMCU, sistem irigasi otomatis dapat dibangun untuk memantau kondisi tanah secara *real-time* dan mengatur aliran air secara tepat. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air,

mengurangi pemborosan, dan mendukung keberlanjutan lingkungan (Windia, Sumiyati, & Sedana, 2015).

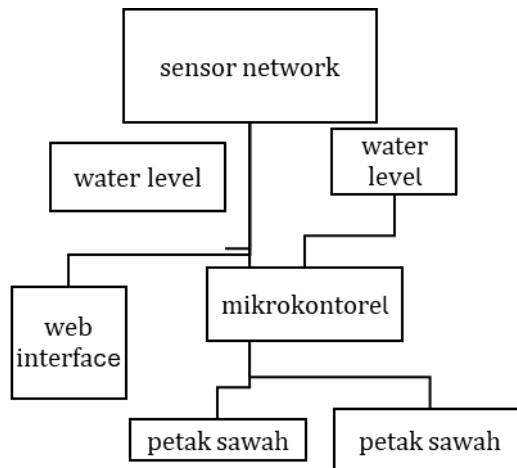
Penggunaan teknologi IoT dalam sistem irigasi subak diharapkan tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan air tetapi juga meningkatkan produktivitas pertanian. Implementasi sistem ini memberikan banyak manfaat, termasuk pengurangan biaya operasional, peningkatan hasil panen, dan dukungan terhadap pertanian berkelanjutan. Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan bagaimana teknologi modern dapat diintegrasikan dengan praktik pertanian tradisional untuk menciptakan solusi yang lebih cerdas dan efisien (Yusmita, Putra, & Budiasa, 2017).

Artikel ini akan dibagi menjadi beberapa bagian utama. Bagian pertama akan mengulas literatur terkait dengan teknologi IoT dan sistem irigasi. Bagian kedua akan menjelaskan metodologi yang digunakan dalam penelitian ini, termasuk desain sistem dan perangkat yang digunakan. Bagian ketiga akan menyajikan hasil penelitian dan analisis data yang diperoleh. Terakhir, artikel ini akan memberikan kesimpulan dan rekomendasi untuk implementasi lebih lanjut serta penelitian di masa depan (Fuadi, Purwanto, & Tarigan, 2016).

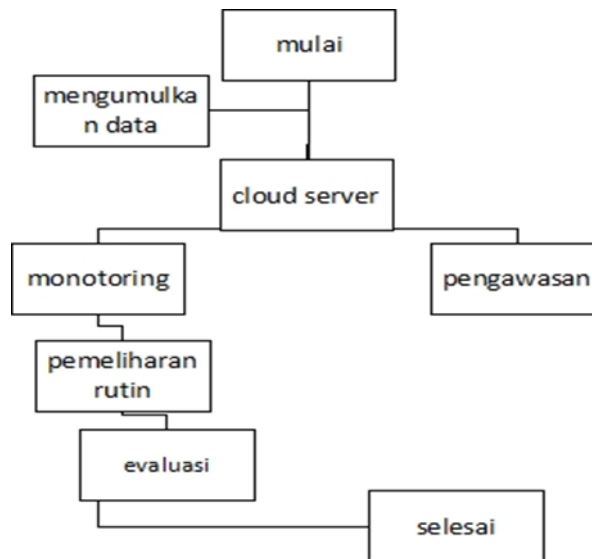
METODE PENELITIAN

Perancangan Sistem

Metodologi penelitian ini melibatkan beberapa tahap utama, yaitu perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, pengujian sistem, serta evaluasi dan penyempurnaan. Desain sistem yang diusulkan mencakup beberapa komponen utama, yaitu *sensor network*, *water level sensors*, mikrokontroler, *web interface*, dan petak sawah. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengembangkan sistem pengontrolan otomatis ketinggian air pada petak sawah menggunakan sensor HC-SR04 berbasis Arduino Uno. Sistem ini diharapkan dapat memonitor dan mengontrol ketinggian air secara *real-time* melalui antarmuka web.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem Optimasi Irigasi Subak melalui Teknologi *Internet of Things*



Gambar 2. Flowcart Sistem Optimasi Irigasi Subak melalui Teknologi *Internet of Things*

Perancangan Hardware

Gambar 3 merupakan gambaran rangkaian pengabelan sistem irigasi otomatis menggunakan arduino. yang pertama ada arduino *board*, *sensor* kelembapan tanah, *relay module*, pompa air. cara kerja pengabelan tersebut yang pertama dihubungkan terlebih dahulu sensor kelembapan tanah Pin VCC (Merah) -> Pin 5V, Arduino Pin GND (Hitam)

-> Pin GND Arduino, Pin Analog (Kuning) -> Pin A0 Arduino sedangkan cara pemasangan *relay module*-nya yang pertama Pin VCC -> Pin 5V Arduino. kemudian terhubung ke sensor pompa air. Dengan skema pengabelan ini, Arduino akan membaca kelembaban tanah dan mengaktifkan *relay* untuk menghidupkan pompa air saat tanah kering.



Gambar 3. Desain Pengabelan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 4 merupakan implementasi lampu otomatis menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Pada implementasi perancangan perangkat keras, semua bagian elektronika dan mekanis digabungkan menjadi satu unit. Untuk tujuan ini, digunakanlah bahan kardus sebagai wadah utama karena sifatnya yang mudah dibentuk dan diolah. Kardus ini akan dibentuk menyerupai replika rumah adat yang kemudian dilubangi pada bagian-bagian tertentu sesuai dengan kebutuhan desain. Lubang-lubang tersebut akan digunakan untuk penempatan komponen-komponen elektronik seperti sensor, kabel, dan modul lainnya agar berfungsi optimal. Sumber daya menggunakan kabel USB printer untuk menghubungkan arduino uno dengan laptop sehingga diperoleh daya untuk mengaktifkan perangkatnya. Pada implementasi perangkat lunak lampu otomatis ini menggunakan aplikasi Arduino uno.



Gambar 4. Percobaan sistem optimasi irigasi

Mikrokontroler Arduino Uno

Button atau tombol berfungsi sebagai *input* sederhana untuk Arduino. *Button* digunakan untuk menyambungkan sinyal *HIGH* atau *LOW* pada pin Arduino sehingga dapat dikenali sebagai *input* saat *button* ditekan. Pada contoh diperlihatkan cara sederhana sebuah *button* mengatur *output* lampu LED pada pin 13. Terdapat 2 *button* dalam *Integrated input* yang dapat digunakan dengan menghubungkan pin tombol ke pin digital Arduino, pin com ke pin vcc Arduino dan pin gnd tsop pada pin gnd Arduino (Syamsiar, Rivai, & Suwito, 2016).

```
sketch_jul11a | Arduino IDE 2.3.2
File Edit Sketch Tools Help
Select Board

sketch_jul11a.ino
1 const int buttonPin = 2; // Pin untuk push button
2 const int ledPin = 13; // Pin untuk LED
3
4 int buttonState = 0; // Variabel untuk menyimpan status tombol
5
6 void setup() {
7 // Mengatur pin LED sebagai output
8 pinMode(ledPin, OUTPUT);
9 // Mengatur pin tombol sebagai input
10 pinMode(buttonPin, INPUT);
11 }
12
13 void loop() {
14 // Membaca status tombol
15 buttonState = digitalRead(buttonPin);
16
17 // Memeriksa jika tombol ditekan
18 if (buttonState == HIGH) {
19 // Menyalakan LED
20 digitalWrite(ledPin, HIGH);
21 } else {
```

Gambar 5. Aduino IDE

Untuk menjalankan program mikrokontroler Arduino Uno dengan cara menghubungkan langsung antara komputer/laptop dengan *port* modul mikrokontroler Arduino Uno. Kemudian dapat dilihat pada Arduino Uno IDE (Integrated Development Environment) apakah program berhasil di *upload*. Apabila berhasil modul Arduino Uno dapat digunakan.

Water Level Sensor



Gambar 6. Water Level Sensor

Penggunaan *water level* ini berfungsi sebagai pembatas ketinggian air pada petak-petak sawah. Setiap petak diberikan *water level*. Dari posisi ketinggian *water level* ini menentukan volume air yang ada di petak sawah.

Volume air pada petak sawah tidak akan melebihi dari ketinggian *water level*. Ketinggian *water level* ini dapat diatur secara manual. Untuk tanaman padi dengan usia awal sampai 85 HST (hari setelah tanam), perlu direndam dengan ketinggian 3 cm. dengan luas lahan 50 cm x 50 cm dan ketinggian air 2 cm maka volume yang dibutuhkan untuk petak sawah tersebut sebanyak 50M³. . Dengan merubah posisi ketinggian *water level* sensor maka volume air dalam petak sawah akan berubah. Tabel 1 adalah pengujian *water level* terhadap volume pada satu petak sawah. Tabel 1 Pengujian *water level* (dengan skala 1 cm : 1m).

Tabel 1. Data Pengujian

No	Panjang	Lebar	Tinggi	Volume
1.	30cm	20cm	2cm	1200cm ²
2.	30cm	20cm	3cm	1800cm ²
3.	30cm	20cm	4cm	2400cm ²
4.	30cm	20cm	5cm	3000cm

Analisis data kuantitatif dan kualitatif adalah dua pendekatan utama dalam penelitian. Data kuantitatif mencakup pengukuran numerik yang dapat dibandingkan secara statistik, sedangkan data kualitatif melibatkan observasi dan penafsiran pengalaman pengguna (Rosada, Ichsan, & Setyawan, 2019). Hasil analisis tersebut digunakan untuk meninjau keberhasilan sistem yang dinilai dari tampilan visual alat dan juga kinerja alat secara menyeluruh.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini sudah berjalan dengan baik dan dapat menerima perintah dan mengirimkan pesan untuk memantau sawah melalui mikrokontroler arduino berbasis telegram. Jika tingkat air sawah sesuai dengan tingkat yang ditentukan, mereka dapat mengetahui bahwa petak sawah penuh dengan air. Jika ini terjadi, pengairan sawah secara otomatis dihentikan dan mereka dapat mengirim pesan telegram bahwa sawah penuh. Sistem irigasi persawahan harus sudah baik, terutama bagian mekanik buka tutup saluran air irigasi. Jaringan telekomunikasi harus tersedia dan sumber daya sistem harus diperhatikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Fuadi, N. A., Purwanto, M. Y. J., & Tarigan, S. D. (2016). Kajian Kebutuhan Air dan Produktivitas Air Padi Sawah dengan Sistem Pemberian Air Secara SRI dan Konvensional Menggunakan Irigasi Pipa. *Jurnal Irigasi*, 11(1), 23. <https://doi.org/10.31028/ji.v11.i1.23-32>
- Rosada, A., Ichsan, M. H. H., & Setyawan, G. E. (2019). Sistem irigasi pada sawah bertingkat menggunakan wireless sensor network. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 3(4), 3971–3977.
- Setiadi, D., & Abdul Muhaemin, M. N. (2018). PENERAPAN INTERNET OF THINGS (IoT) PADA SISTEM MONITORING IRIGASI (SMART IRIGASI). *Infotronik : Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, 3(2), 95. <https://doi.org/10.32897/infotronik.2018.3.2.108>
- Syamsiar, M. D., Rivai, M., & Suwito, S. (2016). Rancang Bangun Sistem Irigasi Tanaman Otomatis Menggunakan Wireless Sensor Network. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), A261–A266. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.16512>
- Walid, M., Nufairi, A., & Umam, B. A. (2019). RANCANG BANGUN ALAT MONITORING DAN KONTROL SISTEM IRIGASI BERBASIS WEB. *Prosiding SEHATI (Seminar Nasional Humaniora dan Aplikasi Teknologi Informasi)*, 5(1), 77–85.
- Windia, W., Sumiyati, S., & Sedana, G. (2015). Aspek Ritual pada Sistem Irigasi Subak sebagai Warisan Budaya Dunia. *Jurnal Kajian Bali (Journal of Bali Studies)*, 5(1),

23–56.

Yusmita, W., Putra, I. G. S. A., & Budiassa, I. W. (2017). Manajemen Irigasi Tradisional pada Sistem Subak Umayu di Desa Talibeng Kecamatan Sidemen Kabupaten Karangasem. *Jurnal Agribisnis dan Agrowisata (Journal of Agribusiness and Agritourism)*. <https://doi.org/10.24843/JAA.2017.v06.i02.p01>