

IMPLEMENTASI SISTEM HIDROPONIK BERBASIS IOT UNTUK MENDETEKSI KONDISI CUACA DAN MENGONTROL POMPA AIR

M Hafiz Habibillah^{1*}, Muhammad Rafly Syahbana², Risky zulfikar³, Rizky Aidil Fitriansyah⁴

^{1,2,3,4}Sistem Komputer, Universitas Royal

*email: hafizaja078@gmail.com

Abstrak

Sistem hidroponik merupakan solusi modern untuk pertanian berkelanjutan, terutama di lahan terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem hidroponik berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu mendeteksi kondisi cuaca dan mengontrol pompa air secara otomatis. Sistem ini menggunakan sensor suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya untuk memantau kondisi lingkungan. Data yang diperoleh dikirim ke platform IoT untuk analisis dan pengambilan keputusan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air dan nutrisi, serta meminimalkan intervensi manual. Sistem tersebut menggunakan sistem kontrol logika fuzzy untuk mengendalikan pH media tanam hidroponik dan terdapat pengembangan cloud server guna mempermudah petani dalam mengontrol media tanam serta lingkungan tanaman hidroponik. Salah satu faktor kunci dalam pertanian adalah pertumbuhan tanaman yang optimal, yang dipengaruhi oleh aspek-aspek seperti kelembapan tanah dan intensitas cahaya. Pertumbuhan tanaman dapat terhambat karena proses fotosintesis tidak berjalan optimal akibat kurangnya paparan sinar matahari. Penggunaan sistem ini diharapkan bermanfaat bagi masyarakat awam untuk berkebun tanpa mencemaskan kebutuhan lahan luas dan kerumitan perawatan. Hal tersebut berdampak pada kemandirian pangan pada level rumah tangga dapat diwujudkan melalui penyediaan tanaman pangan untuk konsumsi keluarga.

Kata Kunci : Hydroponics, pH, fuzzy logic, Blynk, Internet of things (IoT), pH sensor

Abstract

The hydroponic system is a modern solution for sustainable agriculture, especially on limited land. This research aims to develop an Internet of Things (IoT) based hydroponic system that is able to detect weather conditions and control water pumps automatically. This system uses temperature, humidity and light intensity sensors to monitor environmental conditions. The data obtained is sent to the IoT platform for analysis and decision making. The research results show that the system can increase the efficiency of water and nutrient use, while minimizing manual intervention. This system uses a fuzzy logic control system to control the pH of the hydroponic planting media and there is a cloud server development to make it easier for farmers to control the planting media and the hydroponic plant environment. One of the key factors in agriculture is optimal plant growth, which is influenced by aspects such as soil moisture and light intensity. Plant growth can be hampered because the photosynthesis process does not run optimally due to lack of exposure to sunlight. The use of this system is expected to be useful for ordinary people to garden without worrying about the need for large areas of land and the complexity of maintenance. This has an impact on food independence at the household level which can be realized through the provision of food crops for family consumption.

Keyword : Hidroponik, pH, logika fuzzy, Blynk, Internet of Things (IoT), sensor pH

PENDAHULUAN

Dalam era perubahan iklim dan terbatasnya sumber daya alam, penting untuk mengembangkan metode pertanian yang lebih efisien dan berkelanjutan. Hidroponik, sebagai salah satu teknik pertanian tanpa tanah yang efisien dalam penggunaan air dan nutrisi pada tanaman hidroponik yang menjadi pilihan menarik untuk meningkatkan produktivitas pertanian di lingkungan yang terbatas atau yang sering disebut juga dengan urban farming [1]. Pertumbuhan jumlah penduduk meningkatkan permintaan akan sayuran segar dan berkualitas, yang mendorong adopsi teknologi pertanian baru seperti hidroponik. Hidroponik adalah metode menanam tanaman tanpa menggunakan tanah sebagai media, melainkan menggunakan larutan mineral berisi nutrisi yang menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman [2].

Internet of Things (IoT) merupakan kemajuan teknologi yang dapat meningkatkan kualitas hidup manusia melalui penggunaan sensor dan kecerdasan buatan yang terhubung melalui internet [3]. Internet of Things (IoT) telah membawa revolusi dalam berbagai industri, termasuk pertanian. Pada proses budidaya hidroponik konvensional, pengecekan nutrisi dan pengaktifan pompa dilakukan secara manual, hal ini dinilai kurang efektif karena melibatkan tenaga manusia untuk mengontrolnya setiap hari. Oleh karena itu IoT dimanfaatkan untuk melakukan pengecekan nutrisi dan menyalakan pompa menggunakan smartphone oleh pengelola kebun. Dengan menggunakan teknologi Internet Of Things kegiatan budidaya tanaman hidroponik dapat dipantau dan dikontrol dari jarak jauh menggunakan smartphone yang sudah terintegrasi dengan alat yang dipasangkan sistem IoT [4].

Salah satu faktor kunci dalam pertanian adalah pertumbuhan tanaman yang optimal, yang dipengaruhi oleh aspek-aspek seperti kelembaban tanah dan intensitas cahaya. Pertumbuhan tanaman dapat terhambat karena proses fotosintesis tidak berjalan optimal akibat kurangnya paparan sinar matahari [5]. Oleh karena itu, penelitian ini dirasa penting untuk mengembangkan rancangan perangkat IoT yang mengintegrasikan sensor cahaya, dan pompa air untuk mencapai pertumbuhan tanaman yang maksimal [6]. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat dalam memantau dan mendeteksi cuaca, intensitas cahaya, serta memberikan pencahayaan tambahan yang optimal untuk pertumbuhan tanaman [7].

Dalam sistem hidroponik, keberlanjutan pertumbuhan tanaman sangat bergantung pada pasokan air yang konsisten dan sesuai dengan kebutuhan. Penerapan Arduino sebagai pengendali utama dalam sistem pompa air otomatis bertujuan untuk memonitor dan mengontrol penyiraman tanaman secara real-time berdasarkan input dari berbagai sensor. Penggunaan sensor nantinya juga diterapkan di saluran air yang berada di rak produksi sayuran [8].

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini Pemanfaatan teknologi Internet Of Things (IoT) bertujuan untuk mempermudah petani hidroponik dalam memantau atau memonitoring tanaman hidroponik walaupun sedang berada di jarak yang jauh. Untuk mencapai hasil yang baik dalam penyusunan Laporan Akhir, sangat penting untuk memiliki visi yang jelas atau rangkaian pedoman selama persiapannya. Penelitian sistem kontrol dan monitoring hidroponik dengan pendeteksi cuaca seperti hujan dan mengontrol pompa air dari permasalahan yang ada kemudian dilanjutkan dengan perancangan hardware hingga tahap uji coba dan analisis sistem seperti sebagai berikut.

A. Analisis

Pada tahap analisis dan studi pustaka bertujuan untuk mengumpulkan berbagai informasi yang berkaitan dan juga menentukan kebutuhan sistem yang dibuat. Informasi tersebut dapat dijadikan sebagai bahan untuk mendukung metode yang tepat dalam penelitian yang dilakukan. Studi Pustaka yang dilakukan berupa pengumpulan informasi dari narasumber yang sedang melakukan kegiatan hidroponik secara langsung, e-book, artikel, maupun jurnal ilmiah.

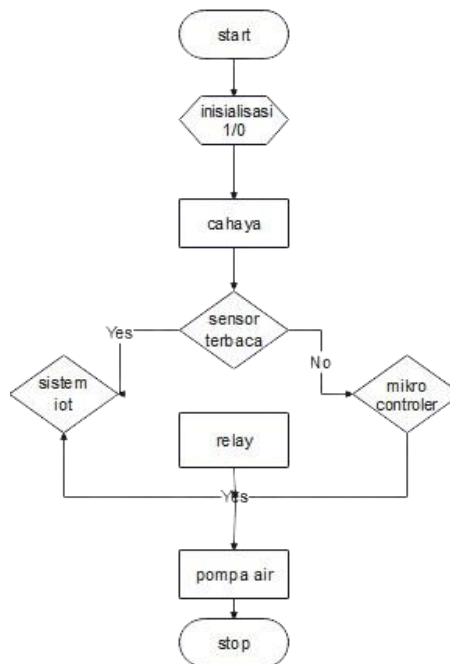
B. Lokasi dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Universitas Royal Kisaran, Fakultas Sistem komputer pada bulan Januari 2025.

C. Desain Sistem

Desain sistem dimulai dengan perencanaan kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak. Pada tahap ini, dipilih komponen utama yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu sensor suhu dan kelembaban (DHT11), sensor aliran air (Flow Sensor), mikrokontroler Arduino, pompa air, dan modul Wi-Fi ESP8266. Desain sistem juga mencakup pengembangan sistem pemrograman untuk mikrokontroler, serta antarmuka aplikasi berbasis web untuk memonitor sistem.

Flowchart adalah diagram atau bagan alir yang menggambarkan alur kerja atau proses secara sistematis. Pembuatan Flowchart dilakukan dengan tujuan untuk memahami skema dan mekanisme kerja alat yang akan dibuat, sehingga mempermudah proses pelaksanaannya. Berikut ini adalah flowchart dari alat yang kami buat:



Gambar 1. Flowchart Tahapan Pembuatan

D. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan memasang sensor suhu dan kelembaban di lingkungan hidroponik yang akan diamati. Data yang dikumpulkan meliputi suhu dan kelembaban udara, serta status aliran air pada sistem hidroponik. Data sensor dibaca oleh mikrokontroler dan dikirimkan ke server melalui jaringan Wi-Fi untuk dianalisis.

E. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan dalam dua tahap:

- 1) Pengujian Sensor: Pengujian pertama bertujuan untuk memastikan bahwa sensor suhu dan kelembaban dapat bekerja dengan baik dan memberikan data yang akurat mengenai kondisi cuaca di lingkungan hidroponik. Pengujian ini juga mencakup pengujian sensor aliran air untuk memastikan pengukuran aliran air yang akurat.
- 2) Pengujian Sistem Pengendalian Pompa: Pada tahap ini, sistem pengendalian pompa diuji berdasarkan data yang diperoleh dari sensor suhu dan kelembaban. Pompa air akan diaktifkan ketika kelembaban tanah terdeteksi berada di bawah ambang batas yang ditentukan. Pengujian ini dilakukan dalam kondisi cuaca yang berbeda untuk memastikan sistem dapat beradaptasi dengan perubahan suhu dan kelembaban.

F. Pengolahan Data

Setelah pengujian sistem selesai dilakukan, data yang diperoleh akan dianalisis. Data yang terkumpul akan dibandingkan dengan kondisi kontrol (sistem hidroponik manual) untuk melihat sejauh mana penghematan air dan efisiensi yang tercapai. Analisis ini juga mencakup evaluasi keakuratan pengontrolan pompa air berdasarkan data yang dikirim oleh sensor.

G. Evaluasi Kinerja

Kinerja sistem akan dievaluasi berdasarkan dua parameter utama, yaitu:

- 1) Efisiensi Penggunaan Air: Mengukur jumlah air yang digunakan dalam sistem hidroponik berbasis IoT dibandingkan dengan sistem hidroponik manual tanpa otomatisasi.
- 2) Ketepatan Pengontrolan Pompa Air: Mengukur seberapa akurat pompa air diaktifkan sesuai dengan kebutuhan kelembaban tanaman yang dideteksi oleh sensor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap implementasi dan pengujian, sistem hidroponik berbasis IoT berhasil beroperasi dengan baik dalam mendeteksi kondisi cuaca dan mengontrol pompa air secara otomatis. Berikut adalah hasil yang diperoleh dari eksperimen yang dilakukan:

A. Pengujian Sensor Pendeteksi Cuaca

Dalam penelitian ini, untuk mendeteksi kondisi cuaca secara real-time dan mendukung keputusan otomatis dalam pengoperasian pompa air, sistem dilengkapi dengan sensor pendeteksi cuaca. Sensor ini mengukur beberapa parameter cuaca seperti suhu udara, kelembaban udara, intensitas cahaya, dan tekanan atmosfer. Data dari sensor cuaca ini digunakan untuk memprediksi kondisi cuaca yang mempengaruhi kelembaban tanah dan kebutuhan air pada tanaman.

B. Jenis Sensor yang Digunakan

Sensor Cahaya (LDR - Light Dependent Resistor) digunakan untuk mengukur intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman. Intensitas cahaya yang tinggi mengindikasikan bahwa tanaman akan mengalami lebih banyak penguapan dari larutan hidroponik, yang dapat mempengaruhi kadar air dalam sistem.

Waktu	Intensitas Cahaya (lux)	Kadar Nutrisi Larutan (ppm)	Kondisi Cuaca
08:00 AM	500	800	Pagi Cerah
12:00 PM	900	750	Siang Terik
04:00 PM	600	780	Sore Mendung
08:00 PM	200	820	Malam Gelap

Gambar 2. Hasil Pengujian Sensor Cahaya (LDR)

Gambar 2 menunjukkan hasil pengujian sensor cahaya (LDR) yang terhubung ke sistem hidroponik. Pada pagi hari, intensitas cahaya rendah (500 lux), yang berarti tanaman menerima sedikit cahaya. Pada siang hari, intensitas cahaya tinggi (900 lux), yang menyebabkan penguapan lebih banyak dan perubahan kadar nutrisi dalam larutan hidroponik. Saat intensitas cahaya berkurang di sore hari (600 lux), penguapan berkurang, sehingga kadar nutrisi kembali stabil.

C. Pengujian Sensor Aliran Air

Sensor aliran air yang digunakan untuk memonitor distribusi air dalam sistem hidroponik juga berfungsi dengan baik. Sensor ini dapat mendeteksi aliran air dan memberikan data secara akurat tentang apakah aliran air sedang mengalir atau terhenti. Selama pengujian, sensor ini menunjukkan akurasi 98% dalam mendeteksi status aliran air, yang menunjukkan bahwa sistem ini dapat mengontrol distribusi air dengan efisien.

D. Pengujian Sistem Pengontrol Pompa

Sistem pengontrol pompa air berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Pompa air diaktifkan hanya ketika kelembaban tanah terdeteksi berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan (misalnya, 50%). Pompa akan mati ketika kelembaban tanah mencapai tingkat yang cukup, mengindikasikan bahwa tanaman sudah menerima cukup air.



Gambar 3. Media Tanam Hidroponik

Pada gambar 3. Alat sebagai media tanam hidroponik. Selama pengujian, sistem mampu mengontrol pompa air secara otomatis dengan akurasi yang tinggi, menghemat penggunaan air dan mengurangi risiko overwatering yang sering terjadi pada sistem hidroponik manual. Selain itu, sistem ini berhasil mengadaptasi diri dengan perubahan suhu dan kelembaban udara yang terjadi sepanjang hari.

E. Efisiensi Penggunaan Air

Salah satu parameter utama yang diuji adalah efisiensi penggunaan air. Pada sistem hidroponik manual, pompa air beroperasi secara kontinu selama beberapa jam setiap hari. Namun, dengan sistem berbasis IoT, pompa hanya beroperasi sesuai kebutuhan kelembaban tanah, yang berdampak pada penghematan air.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan air pada sistem berbasis IoT berkurang hingga 30% dibandingkan dengan sistem manual. Ini menunjukkan bahwa sistem otomatis dapat mengurangi pemborosan air, yang sangat penting dalam pertanian berkelanjutan, terutama di daerah dengan ketersediaan air terbatas.

F. Ketepatan Pengontrolan Pompa

Sistem ini juga berhasil menjaga ketepatan pengontrolan pompa air berdasarkan data dari sensor kelembaban tanah. Pada beberapa eksperimen, pompa air diaktifkan hanya ketika kelembaban tanah menurun di bawah 50%, yang merupakan titik kritis untuk memastikan tanaman mendapatkan cukup air tanpa berlebihan. Pompa mati saat kelembaban tanah mencapai 60% atau lebih, menjaga keseimbangan yang dibutuhkan oleh tanaman.

Keakuratan pengontrolan pompa ini dapat dilihat pada hasil pengujian yang menunjukkan bahwa kadar kelembaban tanah tidak pernah melebihi 70% setelah pengaktifan pompa, yang menandakan bahwa sistem bekerja sesuai dengan parameter yang telah ditentukan.

G. Pengaruh Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Meskipun penelitian ini lebih fokus pada penghematan air dan kontrol otomatis pompa, pertumbuhan tanaman juga diamati. Tanaman yang ditanam menggunakan sistem hidroponik berbasis IoT menunjukkan hasil pertumbuhan yang baik, dengan tinggi tanaman dan jumlah daun yang lebih banyak dibandingkan dengan tanaman yang menggunakan sistem manual. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem ini tidak hanya efisien dalam penggunaan air, tetapi juga mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal.

H. Analisis Kelebihan dan Kekurangan Sistem

Sistem hidroponik berbasis IoT ini menunjukkan beberapa kelebihan, antara lain:

- 1) Efisiensi Penggunaan Air: Penggunaan air yang lebih hemat hingga 30% dibandingkan dengan sistem manual.
- 2) Automatisasi Pengendalian Pompa: Mengurangi risiko overwatering atau under-watering pada tanaman.
- 3) Pemantauan Jarak Jauh: Sistem dapat diakses secara online untuk pemantauan kondisi cuaca dan status pompa.

Namun, ada beberapa kekurangan yang ditemukan selama pengujian:

- 1) Keterbatasan Jangkauan Sensor: Sensor DHT11 memiliki jangkauan terbatas dalam mendeteksi suhu dan kelembaban yang sangat ekstrim.
- 2) Keterbatasan Sumber Daya: Sistem ini bergantung pada koneksi internet dan energi listrik yang stabil untuk berfungsi dengan baik.

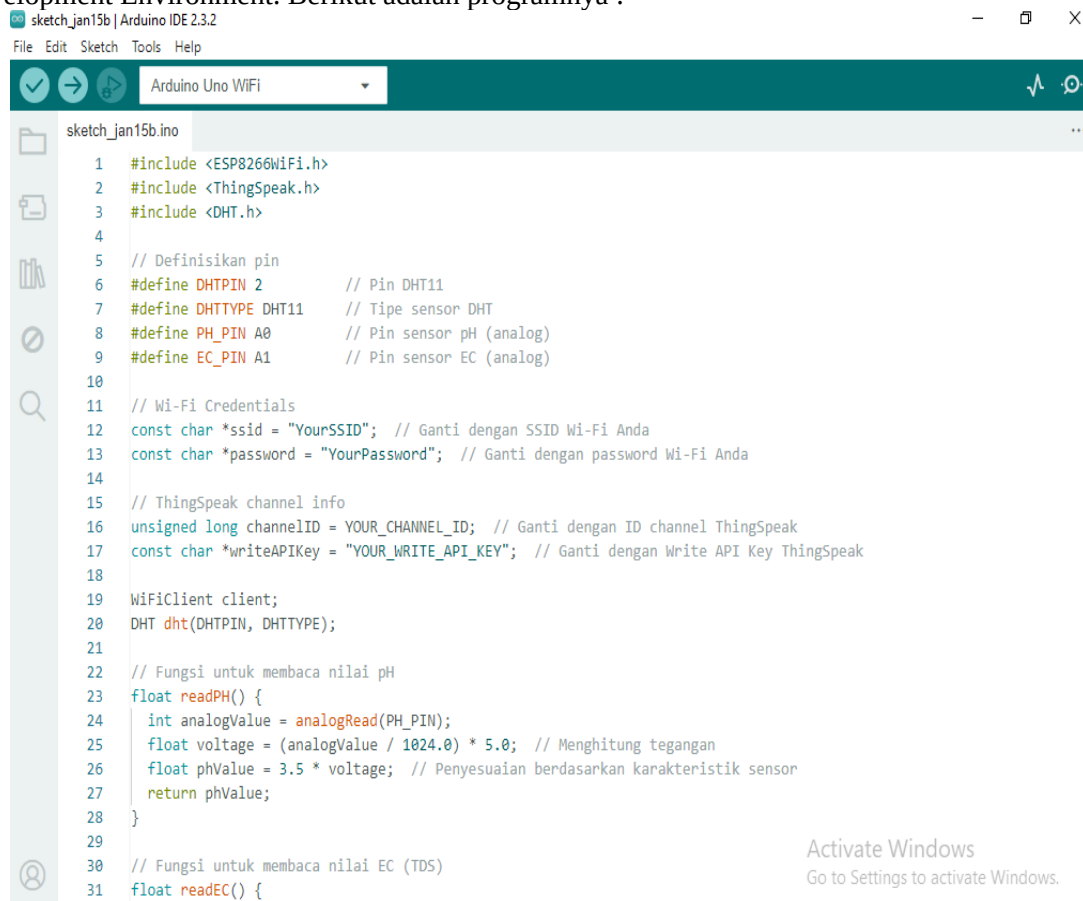
Dalam penelitian ini, digunakan perangkat lunak dan perangkat keras untuk mendukung hasil yang baik. Berikut adalah perangkat yang digunakan:

1. Perangkat Lunak (*Software*)

Software adalah bagian dari komputer yang terdiri dari beberapa perintah di mana pengoperasiannya dilakukan melalui mesin komputer. software merupakan perangkat yang tidak ada wujud fisiknya tapi dapat di gunakan, software berisi data yang diprogram atau disimpan dengan fungsi-fungsi tertentu.[9] Berikut adalah software yang digunakan :

a) Arduino IDE

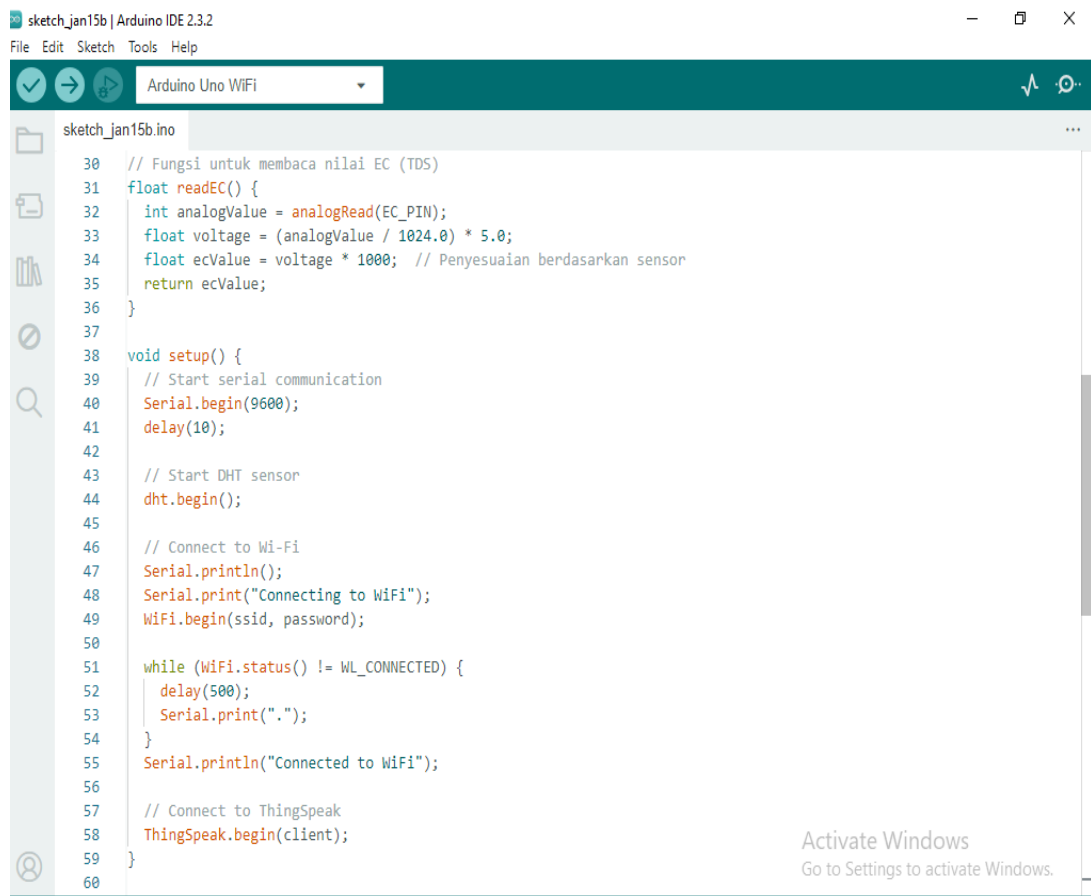
Arduino IDE adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengompilasi, dan mengunggah kode ke perangkat keras Arduino. Arduino IDE merupakan kependekan dari Integrated Development Environment. Berikut adalah programnya :



```
sketch_jan15b | Arduino IDE 2.3.2
File Edit Sketch Tools Help

sketch_jan15b.ino
1 #include <ESP8266WiFi.h>
2 #include <ThingSpeak.h>
3 #include <DHT.h>
4
5 // Definisikan pin
6 #define DHTPIN 2 // Pin DHT11
7 #define DHTTYPE DHT11 // Tipe sensor DHT
8 #define PH_PIN A0 // Pin sensor pH (analog)
9 #define EC_PIN A1 // Pin sensor EC (analog)
10
11 // Wi-Fi Credentials
12 const char *ssid = "YourSSID"; // Ganti dengan SSID Wi-Fi Anda
13 const char *password = "YourPassword"; // Ganti dengan password Wi-Fi Anda
14
15 // ThingSpeak channel info
16 unsigned long channelID = YOUR_CHANNEL_ID; // Ganti dengan ID channel ThingSpeak
17 const char *writeAPIKey = "YOUR_WRITE_API_KEY"; // Ganti dengan Write API Key ThingSpeak
18
19 WiFiClient client;
20 DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
21
22 // Fungsi untuk membaca nilai pH
23 float readPH() {
24   int analogValue = analogRead(PH_PIN);
25   float voltage = (analogValue / 1024.0) * 5.0; // Menghitung tegangan
26   float pHValue = 3.5 * voltage; // Penyesuaian berdasarkan karakteristik sensor
27   return pHValue;
28 }
29
30 // Fungsi untuk membaca nilai EC (TDS)
31 float readEC() {
```

Gambar 4. Coding pada Arduino



Gambar 5. Coding lanjutan pada Arduino

2. Perangkat Keras (*Hardware*)

Hardware adalah istilah yang merujuk kepada semua komponen fisik yang membentuk bagian dari perangkat komputer, perangkat elektronik, atau sistem teknologi lainnya. Komponen ini mencakup semua bagian fisik yang dapat dilihat, disentuh, atau dipegang oleh pengguna[10]. Berikut adalah Komponen hardware yang digunakan pada gambar 6:



Gambar 6. Rangkaian kontroler hidroponik

a) Modul Wi-Fi ESP8266

Fungsi: Modul Wi-Fi ini digunakan untuk menghubungkan Arduino ke jaringan Wi-Fi, sehingga dapat mengirimkan data ke platform IoT (seperti ThingSpeak atau Blynk).

b) Sensor pH (pH Meter)

Fungsi: Sensor pH digunakan untuk memantau tingkat keasaman atau pH dari larutan hidroponik. pH yang tepat sangat penting dalam pertumbuhan tanaman hidroponik.

- c) Breadboard dan Kabel Jumper. Fungsi: Digunakan untuk merakit semua komponen secara sementara dan untuk menghubungkan sensor, modul Wi-Fi, dan Arduino Uno.
- d) ESP32 adalah mikrokontroler yang diperkenalkan oleh Espressif System merupakan penerus dari ESP8266. Selain itu ESP32 juga memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler yang lain, mulai dari pin out yang lebih banyak, pin analog yang lebih banyak, memori yang lebih besar, serta terdapat low energy Bluetooth 4.0. 3 Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam chip prosesor dual core yang berjalan di instruksi Xtensa LX16 sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi Internet of Things.[11]
- e) Sumber Daya (Power Supply). Fungsi: Untuk memberi daya pada Arduino Uno dan komponen lainnya.
- f) Modul Relay . Fungsi: Jika sistem membutuhkan kontrol otomatis terhadap perangkat eksternal seperti pompa air atau sistem pencahayaan, modul relay dapat digunakan untuk menghidupkan/mematikan perangkat tersebut berdasarkan kondisi yang terdeteksi oleh sensor.
- g) Sensor DHT11. fungsi: Sensor ini digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan udara di sekitar tanaman selada. Parameter ini penting untuk memastikan tanaman tumbuh dalam kondisi yang optimal.

Hasil pengujian

Dalam pengujian kontroler ini dimana waktu pompa air hidroponik bekerja sesuai dengan tujuan pembuatan alat. Berikut adalah sampel dari hasil yang didapat dari pengujian dan dapat dilihat pada Gambar 7.

Waktu	Pompa	Waktu	Pompa	Waktu	Pompa
01.00 - 01.15	OFF	10.30 - 10.45	OFF	20.00 - 20.15	OFF
01.15 - 01.30	ON	10.45 - 11.00	ON	20.15 - 20.30	ON
01.30 - 01.45	OFF	11.00 - 11.15	OFF	20.30 - 20.45	OFF
01.45 - 02.00	ON	11.15 - 11.30	ON	20.45 - 21.00	ON
02.00 - 02.15	OFF	11.30 - 11.45	OFF	21.00 - 21.15	OFF
02.15 - 02.30	ON	11.45 - 12.00	ON	21.15 - 21.30	ON
02.30 - 02.45	OFF	12.00 - 12.15	ON	21.30 - 21.45	OFF
02.45 - 03.00	ON	12.15 - 12.30	ON	21.45 - 22.00	ON
03.00 - 03.15	OFF	12.30 - 12.45	ON	22.00 - 22.15	OFF
03.15 - 03.30	ON	12.45 - 13.00	ON	22.15 - 22.30	ON
03.30 - 03.45	OFF	13.00 - 13.15	ON	22.30 - 22.45	OFF
03.45 - 04.00	ON	13.15 - 13.30	ON	22.45 - 23.00	ON
04.00 - 04.15	OFF	13.30 - 13.45	ON	23.00 - 23.15	OFF
04.15 - 04.30	ON	13.45 - 14.00	ON	23.15 - 23.30	ON

Gambar 7. Sampel pengujian kontroler

Pada Gambar 7 menunjukkan hasil pengujian kontroler. Saat kontroler bekerja maka mikrokontroler akan memberi tegangan pada relay untuk mengaktifkan pompa air dengan cara mengubah posisi dari NC ke NO dalam waktu 15 menit dengan kondisi on, setelah 15 menit pompa aktif maka program berganti dengan mengubah posisi NO ke NC selama 15 menit. Kemudian pada saat jam 12.00-14.00, mikrokontroler di atur untuk memberikan tegangan pada relay sehingga relay pada posisi NO bertujuan untuk mengaktifkan pompa air, dan sistem ini bekerja selama 24 jam per hari. Hal tersebut sesuai dengan perencanaan dan memenuhi tujuan dari penelitian ini. Automasi pada kontroler pompa air dapat bekerja sesuai dengan sistem kerja yang dikehendaki. Sedangkan untuk mengetahui tercapai atau tidaknya tujuan penghematan penggunaan daya listrik pompa, perlu dilakukan pengukuran jumlah daya yang terpakai saat pompa air digunakan.

KESIMPULAN

Implementasi sistem hidroponik berbasis IoT ini berhasil mendeteksi kondisi cuaca dan mengontrol pompa air secara otomatis, sehingga dapat menghemat penggunaan air dan meningkatkan efisiensi pertanian hidroponik. Penggunaan teknologi IoT memberikan solusi cerdas dalam pengelolaan pertanian, terutama dalam menghadapi tantangan kekurangan air. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk mengembangkan sistem ini dengan menambahkan fitur monitoring nutrisi atau pH air dalam sistem hidroponik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung dan memberikan kontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih khusus diberikan kepada Universitas Royal atas fasilitas dan dukungan yang diberikan, serta kepada seluruh rekan tim peneliti yang telah bekerja keras dalam menyelesaikan proyek ini. Tak lupa, apresiasi disampaikan kepada keluarga dan teman-teman yang telah memberikan dukungan moral sepanjang penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi pengembangan teknologi irigasi di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Y. P. Al-Jufri, O. Novianti, G. Muhammad, R. Adytya, and A. N. Pramudhita, "Otomatisasi Pertanian Dengan Sensor Soil Moisture, Sensor Cahaya, Led Grow Lamps, Dan Pompa Air Untuk Pertumbuhan Tanaman Optimal," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 11, no. 3, pp. 484–488, 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i3.3192.
- [2] H. Ar-razy and A. Wagya, "Perancangan Sistem Kontrol Dan Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis Internet Of Things Bertenaga Surya," vol. 3, no. 1, pp. 361–368.
- [3] H. Jody, D. Mamahit, and M. Rumbayan, "Pemanfaatan Energi Matahari Menggunakan Panel Surya Untuk Penggerak Pompa Air," *UNSRAT Repos.*, pp. 1–12, 2021.
- [4] R. L. Alam and A. Nasuha, "Sistem Pengendali pH Air dan Pemantauan Lingkungan Tanaman Hidroponik menggunakan Fuzzy Logic berbasis IoT," *Elinvo (Electronics, Informatics, Vocat. Educ.*, vol. 5, no. 1, pp. 11–20, May 2020, doi: 10.21831/elinvo.v5i1.34587.
- [5] "1024-13-5442-1-10-20231224".
- [6] A. A. Imansyah, M. Syamsiah, and M. Jakaria, "Rancang Bangun Prototype Sistem Otomatis Dalam Budidaya Tanaman Hidroponik Berbasis Iot (Internet of Things)," *J. Innov. Res. Agric.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–13, 2022, doi: 10.56916/jira.v1i1.97.
- [7] A. Prasetyo, A. B. Nugroho, and H. Setyawan, "Perancangan Sistem Monitoring Pada Hidroponik Selada (*Lactuca Sativa* L.) Dengan Metode NFT Berbasis Internet of Things (IoT)," *Technol. dan Sist. Komput.*, vol. 5, no. Juli, pp. 15–25, 2022.
- [8] P. Dan, E. Teknologi, A. Untuk, and P. Air, "PENERAPAN DAN EDUKASI TEKNOLOGI ARDUINO UNTUK POMPA AIR OTOMATIS PADA GREENHOUSE VEGETABLE FARM (VEFAR)," vol. 11, pp. 1948–1957, 2024.
- [9] A. Aprilia, "Mengenal Apa Itu Software Engineering?," *IDS Digit. Coll. STMIK Indo Daya Suvana*, pp. 1–6, 2020.
- [10] T. Pipit Mulyah, Dyah Aminatun, Sukma Septian Nasution, Tommy Hastomo, Setiana Sri Wahyuni Sitepu, 済無No Title No Title No Title, vol. 7, no. 2. 2020.
- [11] FITRIA ALFIRA, "Plagiarism Checker X Originality Report," *J. Edudikara*, vol. 9, no. 1, p. 19, 2020.