

Smart Hidroponik Dengan IoT Menggunakan KNN Untuk Monitoring Nutrisi Tanaman Bayam

I Gusti Made Arya Dipayasa¹⁾, Ricky Aurelius Nurtanto Diaz²⁾, I Gusti Ayu Widari Upadani³⁾

Sistem Informasi¹⁾, Sistem Komputer²⁾, Bisnis Digital³⁾

Institut Teknologi dan Bisnis STIKOM Bali

Denpasar, Indonesia

e-mail: 210010032@stikom-bali.ac.id¹⁾, ricky@stikom-bali.ac.id²⁾, ayuwidari@stikom-bali.ac.id³⁾

Abstrak

Sistem hidroponik cerdas berbasis *Internet of Things (IoT)* dan algoritma *K-Nearest Neighbor (KNN)* untuk memantau dan mengontrol kondisi lingkungan serta nutrisi pada tanaman bayam (*Spinacia oleracea*) secara otomatis. Dalam beberapa dekade terakhir, pertanian modern menghadapi tantangan besar seperti perubahan iklim dan urbanisasi, yang memerlukan inovasi teknologi untuk meningkatkan efisiensi produksi pangan. Dengan menggunakan teknologi IoT, sistem ini dapat memantau parameter penting seperti pH, suhu, kelembaban, dan konsentrasi nutrisi dalam larutan secara real-time, sehingga memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih baik. Algoritma KNN akan digunakan untuk menganalisis data historis dan real-time, membantu dalam identifikasi pola dan memberikan rekomendasi penyesuaian nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan optimal tanaman. Diharapkan bahwa implementasi sistem ini dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas budidaya bayam, meminimalkan kesalahan dalam pengelolaan nutrisi, serta meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen. Penelitian ini juga akan menciptakan aplikasi perangkat lunak yang memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol kondisi tanaman dari jarak jauh, mendukung keberlanjutan dalam praktik pertanian.

Kata Kunci: Hidroponik, *Internet of Things (IoT)*, *K-Nearest Neighbor (KNN)*, Pengendalian Lingkungan, Automatisasi.

1. Pendahuluan

Dalam beberapa dekade terakhir, teknologi telah menjadi pendorong utama dalam berbagai sektor, termasuk pertanian. Pertanian modern menghadapi tantangan besar seperti perubahan iklim, urbanisasi, dan kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi produksi pangan. Untuk mengatasi tantangan ini, inovasi dalam teknologi pertanian terus berkembang, salah satunya adalah penerapan sistem pertanian berbasis *Internet of Things (IoT)* dan kecerdasan buatan (AI). Teknologi ini memberikan kemampuan untuk memantau dan mengelola pertanian secara lebih efektif dan efisien, memungkinkan peningkatan produksi dan pengelolaan sumber daya yang lebih baik[1].

Salah satu metode pertanian modern yang semakin populer adalah hidroponik. Hidroponik memungkinkan penanaman tanaman tanpa menggunakan tanah, dengan memberikan nutrisi langsung melalui larutan air yang diperkaya. Metode ini sangat cocok untuk budidaya di lahan terbatas dan lingkungan perkotaan. Bayam (*Spinacia oleracea*) merupakan salah satu tanaman yang sering dibudidayakan menggunakan sistem hidroponik karena nilai gizinya yang tinggi, seperti kandungan vitamin A, C, K, dan mineral seperti zat besi, kalsium, dan magnesium[2].

Bayam merupakan tanaman yang tumbuh cepat, dengan umur panen sekitar 30-45 hari setelah penanaman, tergantung pada varietas dan kondisi lingkungan. Pertumbuhan yang cepat ini membuat bayam menjadi pilihan yang ideal untuk budidaya hidroponik, karena siklus tanam yang singkat memungkinkan produksi yang lebih cepat dan berkelanjutan. Namun, untuk memastikan pertumbuhan optimal bayam, pengelolaan nutrisi yang tepat sangat penting[3]. Kesalahan dalam pengelolaan nutrisi dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman yang tidak optimal, mengurangi kualitas hasil panen, atau bahkan menyebabkan kerugian total. Pemberian nutrisi sangat penting dalam budidaya tanaman hidroponik, termasuk unsur hara makro dan mikro. Salah satu larutan nutrisi yang sering digunakan dalam hidroponik adalah AB Mix, yang menyediakan unsur hara penting, baik makro maupun mikro, untuk mendukung pertumbuhan optimal tanaman hidroponik. (Dewi Ratna Wati, Walidatush Sholihah, 2021)[4].

Untuk itu, teknologi IoT dapat digunakan untuk memantau kondisi lingkungan dan nutrisi secara real-time. Sensor IoT dapat mengukur berbagai parameter penting seperti pH, suhu, kelembaban, dan konsentrasi nutrisi dalam larutan, sehingga data yang diperoleh dapat digunakan untuk pengambilan

Smart Hidroponik Dengan IoT Menggunakan KNN Untuk Monitoring Nutrisi Tanaman Bayam

(I Gusti Made Arya Dipayasa)

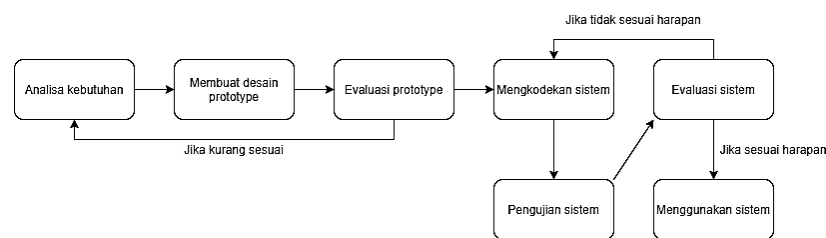
keputusan yang lebih baik[1]. Selain itu, untuk mengoptimalkan pengambilan keputusan berdasarkan data yang dikumpulkan, algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) dapat diterapkan. Algoritma KNN adalah salah satu metode kecerdasan buatan yang dapat digunakan untuk menganalisis data historis dan *real-time*[5]. Dengan menggunakan KNN, sistem dapat mengidentifikasi pola dan memberikan rekomendasi mengenai penyesuaian nutrisi atau parameter lingkungan yang diperlukan untuk mencapai kondisi pertumbuhan optimal bagi bayam.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem hidroponik cerdas dengan menggunakan IoT dan algoritma KNN untuk monitoring dan kontrol nutrisi bayam secara otomatis. Sistem ini akan terintegrasi dengan aplikasi berbasis perangkat lunak yang memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol kondisi tanaman dari jarak jauh. Dengan implementasi sistem ini, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas budidaya bayam secara hidroponik, meminimalkan kesalahan dalam pengelolaan nutrisi, serta meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen. Ini merupakan langkah penting menuju pertanian yang lebih cerdas, berkelanjutan, dan adaptif terhadap perubahan lingkungan.

2. Metode Penelitian

2.1 Metode Perancangan Sistem

Model pengembangan yang digunakan dalam perancangan ini adalah metode *prototype*. Metode ini berjalan secara terstruktur dan membutuhkan beberapa tahap pembuatan, seperti melakukan analisis kebutuhan, membuat *prototype*, menilai *prototype*, mengkodekan sistem, melakukan pengujian, evaluasi dan menggunakan sistem. Dengan penggunaan metode ini sistem atau aplikasi yang dikembangkan akan lebih cepat dan biaya yang dikeluarkan lebih rendah[6][7].



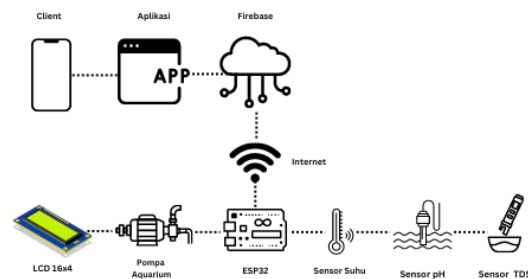
Gambar 1. Metode *Prototype*

2.2 Pengumpulan Data

Studi Literatur merupakan metode pengumpulan data. Data yang diperoleh mencakup materi yang bersumber dari jurnal, buku, karya ilmiah, catatan kuliah dan sumber lain baik dalam bentuk media cetak maupun media elektronik yang berkaitan dengan Internet of Things (IoT) dan berhubungan dengan sistem monitoring dan kontrol pada hidroponik.

2.3 Desain Sistem

Desain sistem atau tahapan perancangan mekanik menggambarkan cara kerja sistem dalam melakukan monitoring dan automasi pada Smart hidroponik. Berikut merupakan gambaran umum sistem *Smart Hidroponik*.



Gambar 2. Desain Sistem

2.4 Algoritma KNN

Algoritma *K-Nearest Neighbors* (KNN) adalah teknik klasifikasi dalam *machine learning* yang mengklasifikasikan data berdasarkan kemiripan dengan data yang telah diketahui. KNN adalah algoritma *lazy learning*, yang berarti tidak membuat model eksplisit, semua perhitungan dilakukan saat membuat prediksi[5][8].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Kebutuhan

Tahapan analisis sistem dilakukan untuk menganalisis sistem yang dibuat agar dapat memahami kebutuhan sistem. Analisis yang dilakukan yaitu analisis kebutuhan pada perancangan *Smart Hidroponik* diperlukan instrumen pendukung berupa perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan untuk membangun sistem antara lain:

1. Perangkat Keras

Adapun perangkat keras pendukung yang digunakan pada *Smart Hidroponik*, sebagai berikut:

- ESP32 sebagai mikrokontroler yang menerima data langsung dari sensor dan mengontrol proses automasi.
- DH22 sebagai sensor suhu ruangan.
- Sensor pH digunakan sebagai sensor yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan.
- Sensor TDS adalah sensor yang digunakan untuk mengukur konsentrasi total padatan terlarut dalam suatu larutan, seperti air.
- Relay digunakan sebagai modul untuk membantu pengontrolan pompa dan *led strip*.
- PCB digunakan untuk merakit rangkaian elektronik.
- Pompa Aquarium digunakan sebagai penggerak sirkulasi air.
- LCD 16x4 digunakan sebagai alat untuk menampilkan output dari sensor.

2. Perangkat Lunak

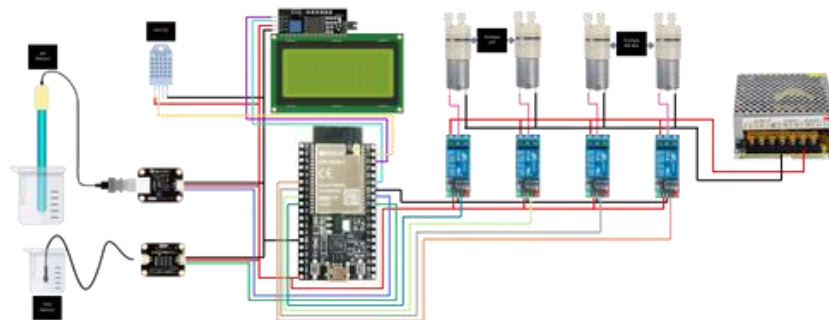
Adapun perangkat lunak pendukung yang digunakan pada *Smart Hidroponik*, sebagai berikut:

- Firestore digunakan untuk membantu pengembang membangun, mengelola, dan mengoptimalkan aplikasi.
- Arduino IDE digunakan untuk melakukan penulisan kode program dan kompilasi pada mikrokontroler ESP32.
- Mit App Inventor adalah platform pemrograman berbasis blok yang memungkinkan pengguna untuk membuat aplikasi Android dengan mudah tanpa perlu menulis kode secara langsung.

3.2 Perancangan Sistem

1. Gambar Perancangan Rangkaian

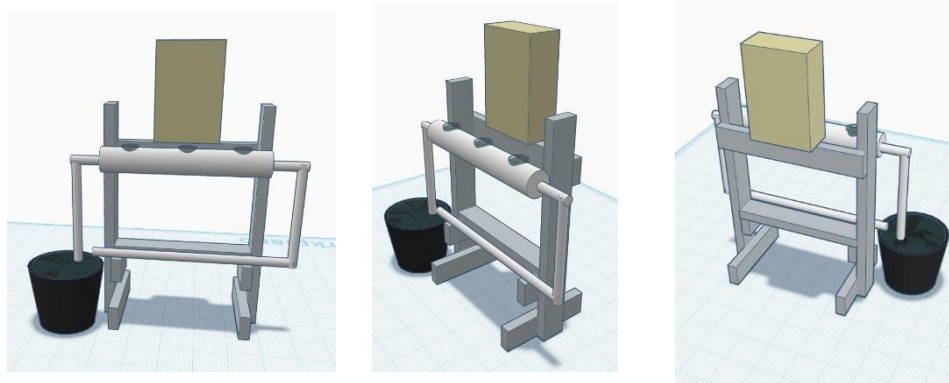
Menggambarkan rangkain yang terhubung pada setiap komponen perangkat keras yang digunakan



Gambar 3. Gambar Rangkaian

2. Gambaran Desain *Prototype Smart* Hidroponik

Menggambarkan *prototype* dari Smart Hidroponik yang sudah dirangkai seutuhnya



Gambar 4. Gambaran Desain *Prototype Smart* Hidroponik

3.3 Penerapan Algoritma KNN

Pada tahap ini, algoritma *K-Nearest Neighbors* (KNN) diterapkan pada sistem hidroponik berbasis IoT untuk mengklasifikasikan kondisi nutrisi tanaman bayam berdasarkan parameter yang diukur oleh sensor. Data yang digunakan meliputi nilai pH, TDS, dan suhu udara yang dikumpulkan melalui sensor dan dikirim ke mikrokontroler ESP32[9].

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

#define pH_pin 34
#define TDS_pin 35
#define buzzer 25

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

float pH, TDS, suhu;
float dataset[3][3] = {
  {6.5, 300, 25},
  {7.0, 500, 26},
  {5.8, 250, 24},
  {7.2, 450, 27},
  {6.2, 320, 25}
};

String klasifikasi[5] = {"Kurang Nutrisi", "Optimal", "Kurang Nutrisi", "Berlebih", "Optimal"};

String knnClassify(float x, float y, float z) {
  float minDist = 9999;
  String result;
  for (int i = 0; i < 5; i++) {
    float dist = sqrt(pow(x - dataset[i][0], 2) + pow(y - dataset[i][1], 2) + pow(z - dataset[i][2], 2));
    if (dist < minDist) {
      minDist = dist;
      result = klasifikasi[i];
    }
  }
  return result;
}

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(pH_pin, INPUT);
  pinMode(TDS_pin, INPUT);
  pinMode(buzzer, OUTPUT);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
}

void loop() {
  pH = analogRead(pH_pin) * (14.0 / 4095.0);
  TDS = analogRead(TDS_pin) * (1000.0 / 4095.0);
  suhu = 25; // Simulasi sensor suhu

  String hasilKNN = knnClassify(pH, TDS, suhu);

  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("pH: "); lcd.print(pH);
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("TDS: "); lcd.print(TDS);

  if (hasilKNN == "Berlebih") {
    digitalWrite(buzzer, HIGH);
  } else {
    digitalWrite(buzzer, LOW);
  }

  Serial.println("Klasifikasi: " + hasilKNN);
  delay(2000);
}
```

Gambar 5. Penerapan Kode KNN

3.4 Hasil Klasifikasi

Setelah algoritma KNN diterapkan, sistem dapat mengklasifikasikan kondisi nutrisi tanaman bayam ke dalam tiga kategori utama:

1. Kurang Nutrisi: pH dan TDS rendah, sistem akan menyalakan pompa nutrisi.
2. Optimal: pH dan TDS dalam rentang ideal, sistem tetap dalam kondisi normal.
3. Berlebih: pH atau TDS terlalu tinggi, sistem akan mengaktifkan alarm dan pompa air untuk menurunkan konsentrasi nutrisi.

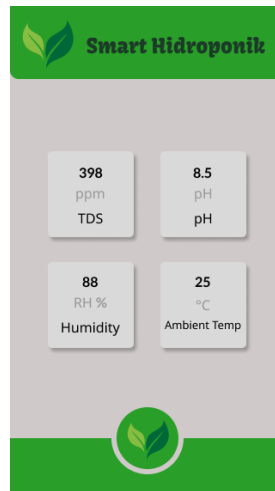
Hasil klasifikasi ini ditampilkan pada LCD 16x4 dan dikirim ke Firebase untuk pemantauan melalui aplikasi.

Tabel 1. Hasil Pengujian Klasifikasi

pH	TDS(ppm)	Suhu (°C)	Hasil Klasifikasi
5.8	250	24	Kurang Nutrisi
6.5	300	25	Optimal
7.2	450	27	Berlebihan

3.5 Desain Antar Muka

Halaman *dashboard* menampilkan data dari sensor dan alat yang telah terpasang seperti Sensor Ph, Sensor TDS, Sensor DHT22 yang menampilkan data Suhu dan *Humidity*.



Gambar 6. Desain Antarmuka

3.6 Pengujian Sistem

Proses pengujian sistem dilakukan untuk menilai kualitas dan memastikan bahwa sistem dapat beroperasi sesuai dengan kebutuhan dan harapan pengguna. Pengujian dilakukan dalam dua tahap utama:

1. Pengujian Perangkat Keras
 Meliputi pengujian sensor dan aktuator:
 - a. Sensor pH: Dibandingkan dengan pH meter manual.
 - b. Sensor TDS: Dibandingkan dengan alat ukur TDS konvensional.
 - c. Pompa air dan relay: Diuji untuk memastikan respons otomatis sesuai kondisi yang terdeteksi.
2. Pengujian Perangkat Lunak
 Dilakukan dengan metode *Black-Box Testing*, yaitu menguji fungsionalitas sistem berdasarkan skenario pengguna.

Tabel 2. Pengujian Perangkat Lunak

Skenario Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
Sensor membaca pH < 6.0	Pompa nutrisi aktif	Pompa menyedot nutrisi dan menyalurkan nutrisi	Sesuai
Sensor membaca TDS > 500 ppm	Sensor membaca dengan baik	Sensor menampilkan pada aplikasi	Sesuai
Semua sensor dalam rentang optimal	Tidak ada aksi tambahan	Sensor berjalan dengan baik	Sesuai
Aplikasi menampilkan data sensor	Data sesuai dengan LCD	Aplikasi menampilkan semua data sensor yang sama dengan LCD	Sesuai

4 Kesimpulan

Penelitian ini mengembangkan sistem *smart* hidroponik berbasis IoT dengan menggunakan algoritma KNN untuk memonitoring dan pengendalian nutrisi tanaman bayam secara otomatis. Data yang dikumpulkan dari sensor diproses menggunakan algoritma KNN untuk menganalisis kebutuhan nutrisi tanaman secara *real-time*. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa penerapan IoT, metode *prototype*, algoritma KNN, dan *Black-box Testing* dalam sistem hidroponik mampu meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan keberlanjutan dalam budidaya bayam, serta memberikan solusi yang praktis bagi pertanian di masa depan.

Daftar Pustaka

- [1] K. Ramadhani, “EFEKTIVITAS INTERNET OF THINGS (IOT) PADA SEKTOR PERTANIAN,” vol. 4, no. 1, pp. 12–15.
 - [2] M. S. Farooq, S. Riaz, A. Abid, K. Abid, and M. A. Naeem, “A Survey on the Role of IoT in Agriculture for the Implementation of Smart Farming,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 156237–156271, 2019.
 - [3] P. Afifah Dyah, C. G. Permata, A. Prasetyo, E. W. Dari, A. Fitri, and B. Unteawati, “Proses Keputusan Pembelian Produk Bayam Hidroponik,” *AgriHumanis J. Agric. Hum. Resour. Dev. Stud.*, vol. 2, no. 2, pp. 89–94, 2021.
 - [4] D. R. Wati and W. Sholihah, “Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino,” *Multinetics*, vol. 7, no. 1, pp. 12–20, 2021.
 - [5] S. Uddin, I. Haque, H. Lu, M. A. Moni, and E. Gide, “Comparative performance analysis of K-nearest neighbour (KNN) algorithm and its different variants for disease prediction,” *Sci. Rep.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–11, 2022.
 - [6] R. Vidhya and K. Valarmathi, “Automatic Monitoring of Hydroponics System Using IoT,” *Lect. Notes Data Eng. Commun. Technol.*, vol. 35, no. June, pp. 641–648, 2020.
 - [7] K. A. Setiawan, R. Aurelius, N. Diaz, P. Adi, and G. Permana, “Sistem Informasi E-learning Pada SMAN 1 Mengwi,” vol. 1, no. 2, pp. 592–597, 2024.
 - [8] Z. Zhang, “Introduction to machine learning: K-nearest neighbors,” *Ann. Transl. Med.*, vol. 4, no. 11, pp. 1–7, 2016.
 - [9] I. A. Putu Artha Wiraguna, I. Nyoman Setiawan, A. Agung Ngurah Amrita, J. Raya Kampus Unud Jimbaran, K. Kuta Sel, and K. Badung, “Juni 2022 I Putu A.B. Artha Wiraguna, I Nyoman Setiawan,” *Implementasi Sist. Pemantauan Kualitas Air Dengan Iot Di Plant Fact. Kebun Percobaan Fak. Pertan. Univ. Udayana*, vol. 9, no. 2, pp. 1–78, 2022.
-