Scientific Exploration: Journal of Indonesian Academic Research
ISSN (Online) 2589-6643, **Vol. 1 No. 1, April 2023**, Page 1-10
DOI: https://doi.org/10.25134/scientificexploration.v1i1.1
Published online on the journal's webpage: www.sains.uniku.ac.id

Pengembangan Sistem Otomatisasi Tanaman Hidroponik dengan Algoritma PID Berbasis Mikrokontroller

Asep Wawan Awaludin[1], Dadang Hamdani[1], Nunu Nugraha[3]
[1]Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Kuningan.
[2]Manajemen Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Kuningan.

E-mail: [1]asepwawan733@gmail.com, [2]dadang.hamdani@uniku.ac.id,
[3]nunu.nugraha@uniku.ac.id

Abstrak—Pengaturan nutrisi pada tanaman merupakan masalah yang sering terjadi dalam bercocok tanam dengan cara hidroponik. Untuk memaksimalkan nutrisi pada tanaman, diperlukan pengawasan yang kontinu terhadap kadar nutrisi yang diperlukan oleh tanaman, yaitu dengan melakukan pengontrolan ppm. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem pengontrolan nutrisi hidroponik yang dapat bekerja secara otomatis dengan menggunakan Algoritma pengendali PID untuk mengontrol nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman hidroponik. Sistem ini menggunakan Arduino Uno sebagai pusat pengendalinya. Kembangkan kalimat berikut: Pada penelitian ini, Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah Rational Unified Process (RUP). Sistem pengontrolan nutrisi hidroponik menggunakan Sensor Analog TDS meter, yang berfungsi untuk membaca nilai ppm pada sistem hidroponik. Jika Sensor Analog TDS Meter membaca nilai ppm tanaman di bawah titik setpoint, sistem akan secara otomatis menambahkan nutrisi. Namun, jika sensor TDS membaca nilai ppm di atas nilai setpoint, maka sistem akan menambahkan air. Proses penambahan air akan terus dilakukan hingga sistem mencapai keadaan stabil. Berdasarkan hasil pengujian pada sistem yang dibuat proses ini dapat berulang-ulang dan memakan waktu sekitar 15-20 menit untuk mencapai titik setpoint atau kondisi nilai ppm yang diharapkan.

Kata Kunci—Hidroponik, Sensor TDS, Arduino, Algoritma PID.

Abstract—Regulation of plant nutrients is a problem that often occurs in hydroponic farming. To maximize plant nutrition, monitoring the nutrients plants continuously need by controlling ppm is necessary. Therefore, this study aims to develop a hydroponic nutrient control system that can work automatically using the PID control algorithm to control the nutrients hydroponic plants need. This system uses Arduino Uno as the control center. Develop the following sentences: The software development method used is the Rational Unified Process (RUP) in this study. The hydroponic nutrient control system uses an Analog Sensor TDS meter, which reads the ppm value in the hydroponic system. The system automatically adds nutrients if the Analog TDS Meter Sensor reads the plant ppm value below the setpoint. However, the system will add water if the TDS sensor reads the ppm value above the setpoint value. Adding water will continue until the system reaches a stable state. Based on the test results of the system created, this process can be repeated and takes around 15-20 minutes to get the set point or condition of the expected ppm value.

Keywords—Agriculture, Hydroponics, Analog TDS meter sensors, Arduino, PID Controller Algorithms.

This is an open access article under the CC BY-SA License.

Corresponding Author:

Dadang Hamdani
Teknik Informatika
Universitas Kuningan
dadang.hamdani@uniku.ac.id

Article Info:

Received: xx – xx - xxxx
Accepted: 15-11-2023
Published: 23-11-2023

I. PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor utama yang penting untuk memenuhi kebutuhan pangan di Indonesia. Namun, semakin besar jumlah penduduk dan semakin sempitnya lahan pertanian dapat mengakibatkan penurunan produksi dan kelangkaan pangan di masa depan. Hidroponik adalah teknik bercocok tanam dengan memanfaatkan air tanpa menggunakan tanah dan menekankan pemenuhan kebutuhan nutrisi bagi tanaman. Salah satu permasalahan dalam hidroponik adalah pengaturan nutrisi pada tanaman. Hidroponik menggunakan air lebih efisien daripada budidaya dengan tanah, sehingga membutuhkan jumlah air yang lebih sedikit. Karena alasan tersebut, metode hidroponik sangat cocok untuk diterapkan di daerah-daerah yang memiliki pasokan air yang terbatas. Dalam bahasa asalnya, kata hidroponik berasal dari bahasa Yunani yaitu "hydro" yang berarti air, dan "ponos" yang berarti kerja. Oleh karena itu, secara bebas, hidroponik diartikan sebagai teknik bercocok tanam yang menekankan pada pemenuhan kebutuhan nutrisi bagi tanaman, atau dalam artian sederhana, bercocok tanam tanpa menggunakan tanah sebagai media tumbuh. Secara teknis, ada 6 teknik penanaman dengan hidroponik, diantaranya Nutrient Film Technique (NFT), Wick System, Floating System, Ebb dan Flow, Drip Irrigation, dan Aeroponik. Beberapa jenis tanaman yang dapat ditanam dengan metode hidroponik antara lain selada, kangkung, cabe, sawi, bayam, pakcoy, dan jenis tanaman lainnya.

Untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman dengan teknik hidroponik, diperlukan perhatian terhadap kecukupan nutrisi bagi tanaman. Salah satu upaya untuk mencapai perkembangan tanaman yang optimal dengan teknik hidroponik adalah dengan mengoptimalkan masukan nutrisi yang dibutuhkan. Dengan menggunakan hidroponik sebagai media tanam, produksi tanaman dapat meningkat secara otomatis. Namun, permasalahan yang sering muncul dalam bercocok tanam dengan cara hidroponik adalah pengaturan nutrisi pada tanaman. Untuk mengoptimalkan nutrisi pada tanaman, diperlukan pengawasan terus-menerus terhadap kadar nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman, yang diukur dengan satuan ppm (Part Per Million/Sepersejuta Bagian). Dalam sistem hidroponik, ppm digunakan untuk mengukur tingkat kepekatan larutan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman.

Pemberian nutrisi pada tanaman hidroponik dengan menggunakan sistem manual memakan waktu dan memerlukan beberapa langkah, salah satunya adalah memberi air terlebih dahulu pada setiap tandon nutrisi[1]. Penerapan teknik aeroponik pada budidaya kentang dapat menjadi salah satu metode alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi keterbatasan lahan serta meningkatkan produktivitas tanaman tersebut (Wulandari & Neng Wina Sumiar, 2021). Meskipun demikian, pemberian nutrisi dan proses penyiraman pada teknik ini masih dilakukan

secara manual dengan pengontrolan nutrisi menggunakan alat ukur yang memerlukan sumber daya manusia, sehingga salah satu tantangan dalam budidaya ini yaitu perlunya pemantauan dan pengaturan nutrisi yang optimal. Penelitian menggunakan sistem kendali fuzzy logic mamdani dengan input offset kadar nutrisi dan level air serta output durasi nyala motor pompa nutrisi dan air. Hasil penelitian menunjukkan nilai keberhasilan yang tinggi untuk kendali nutrisi dan level air dalam mencapai set point, serta meningkatkan pertumbuhan tanaman. Penggunaan sistem kendali sangat penting dalam hidroponik untuk menjaga kadar nutrisi dalam rentangnya dan mempermudah pengaturan parameter [2]. Dalam sebuah penelitian, dikembangkan sistem otomatisasi pengaturan pH air yang dapat mengoreksi nilai pH air secara otomatis dan memberikan informasi tentang temperatur air serta kepekatan nutrisi yang terlarut di dalamnya. Sistem ini memiliki menu pengaturan nilai pH air yang dapat disesuaikan sesuai kebutuhan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini berhasil mengaktifkan pompa pH up secara otomatis jika nilai pH air melebihi batas atas yang telah diatur [3].

II. METODE

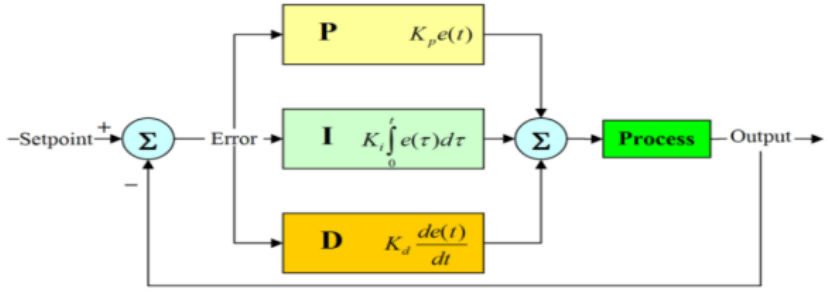
A. Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan untuk membuat aplikasi ini adalah metode pengembangan sistem RUP (Rational Unified Process). Rational Unified Process (RUP) merupakan suatu metode rekayasa perangkat lunak yang dikembangkan dengan mengumpulkan berbagai best practises yang terdapat dalam industri pengembangan perangkat lunak. Ciri utama metode ini adalah menggunakan use-case driven dan pendekatan iteratif untuk siklus pengembangan perangkat lunak. RUP (Rational Unified Process) terbagi menjadi 4 (empat) tahapan, yaitu Inception, Elaboration, Construction, dan Transition.

B. Metode Penyelesaian Masalah

Dalam penelitian ini, metode pemecahan masalah yang digunakan adalah dengan menggunakan algoritma Pengendali PID. Algoritma Pengendali PID merupakan salah satu metode kontroler yang digunakan untuk menentukan tingkat presisi suatu sistem instrumentasi dengan adanya umpan balik (feedback) pada sistem tersebut. Sistem kendali PID terdiri dari tiga cara pengaturan, yaitu kontrol P (Proportional), D (Derivative), dan I (Integral), dengan masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Penggunaan algoritma Pengendali PID dalam penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam pengontrolan kadar nutrisi air pada tanaman hidroponik dengan lebih efisien dan akurat.

Salah satu tugas pengendali PID adalah mereduksi sinyal kesalahan, yaitu perbedaan antara sinyal setting dan sinyal aktual. Semakin cepat respon pengendali dan semakin kecil nilai kesalahan yang didapat maka semakin baik pula pengendali PID tersebut. Blok diagram pengendalai PID diperlihatkan pada Gambar dibawah ini. dimana setiap persamaan dari P, I, D saling berhubungan untuk mendapatkan output yang diinginkan.



Gambar 1. Blok Diagram Pengendali PID

2.2.1. Kontrol Proporsional

Kontrol proporsional berfungsi untuk memperkuat sinyal kesalahan penggerak (sinyal eror), sehingga akan mempercepat keluaran sistem mencapai titik referensi. Hubungan antara *input* kontroler u(t) dengan sinyal eror e(t) terlihat pada rumus dibawah ini :

$P = K_P\, e(t)$ ..... Rumus (i)

Dengan :

P : Proportional

K_p : Nilai konstanta proportional

e (t) : Nilai eror yang akan selalu berubah-ubah

Karakteristik pengontrol Proporsional adalah sebagai berikut :

a) Jika nilai Kp kecil, kontroler proporsional hanyak melakukan koreksi kesalahan yang kecil, sehingga akan menghasilkan respon sistem yang lambat.
b) Jika nilai Kp dinaikan, respon sistem menunjukkan semakin cepat mencapai keadaan mantapnya.
c) Jika kilai Kp diperbesar hingga mencapai nilai yang berlebih, akan mengakibatkan sistem bekerja tidak stabil, atau respon sistem akan berosilasi.

2.2.2. Kontrol Integral

Kontrol integral pada prinsipnya bertujuan untuk menghilangkan kesalahan keadaan tunak (*offset*) yang biasanya dihasilkan oleh kontrol proporsional. Hubungan antara *output* kontrol integral u(t) dengan sinyal eror e(t) terlihat pada rumus di bawah ini :

$I = K_i \int_0^t e(t)dt$ ..... Rumus (ii)

Dengan :

I : Integral.

Ki : Nilai konstanta integral.
e(t) : Nilai eror.
dt : Nilai perubah waktu (*second*).

Karakteristik pengontrol Integral adalah sebagai berikut :

a) Keluaran kontrol membutuhkan selang waktu tertentu, sehingga kontroler integral cenderung memperlambat respon.
b) Ketika sinyal kesalahan berharga nol, keluaran kontroler akan tetap pada nilai sebelumnya.
c) Jika sinyal kesalahan tidak berharga nol, keluaran akan menunjukkan kenaikan atau penurunan yang dipengaruhi oleh besarnya sinyal kesalahan.

2.2.3. Kontrol Derivatife (Turunan)

Kontrol derivative dapat disebut pengendali laju, karena *output* kontroler sebanding dengan laju perubahan sinyal eror. Hubungan antara *output* derivative u(t0 dengan sinyal eror e(t) terlihat pada rumus dibawah ini :

$\mathbf{D = K_d} \frac{de(t)}{dt}$ ..... Rumus (iii)

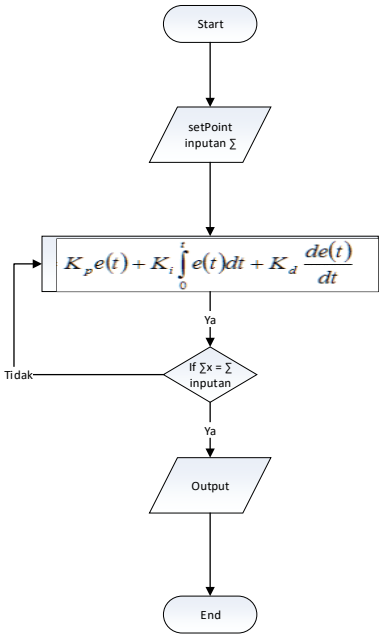
Dengan :

D : Derivatif.
K_d : Nilai konstanta *derivative*.
de(t) : Nilai perubahan eror.
dt : Nilai perubahan waktu (*second*).

Karakteristik pengontrol Derivatif adalah sebagai berikut :

a) Kontroler ini tidak dapat menghasilkan keluaran bila tidak ada perubahan pada masukanya/ sinyal kesalahan.
b) Jika sinyal kesalahan berubah terhadap waktu, maka keluaran yang akan dihasilkan kontroler tergantung pada laju perubahan sinyal kesalahan.
c) Kontroler diferensial dapat menghasilkan koreksi terhadap sinyal kesalahan.

Adapun *flowchart* dari algoritma SIFT adalah sebagai berikut :

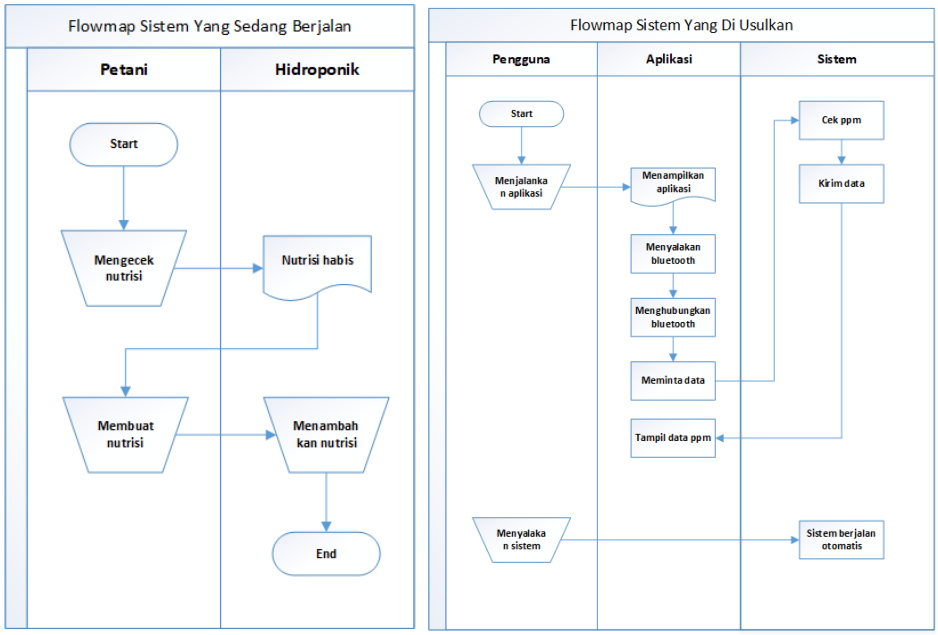


Gambar 2. Algoritma Pengendali PID

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Sistem

Pada bagian analisis sistem atau analisis proses, akan diuraikan bagaimana sistem hidroponik pada Gemaponik berjalan saat ini. Analisis ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang lebih detail tentang cara kerja dari sistem hidroponik tersebut, sehingga dapat digambarkan ke dalam sebuah alur sistem yang jelas dan terstruktur. Dalam analisis ini, akan dibahas beberapa aspek penting seperti penggunaan nutrisi, pengaturan pH, sirkulasi air, dan pemantauan sensor. Dengan melakukan analisis sistem ini, diharapkan dapat ditemukan potensi perbaikan dan pengembangan sistem hidroponik pada Gemaponik agar dapat berjalan lebih efisien dan optimal.

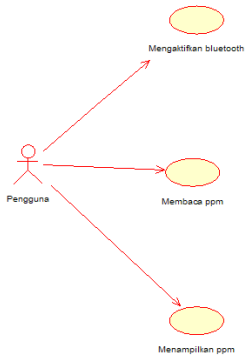


Gambar 3. (a) *Flowmap* Analisis Sistem yang berjalan (b) *Flowmap* Analisis Sistem yang diusulkan.

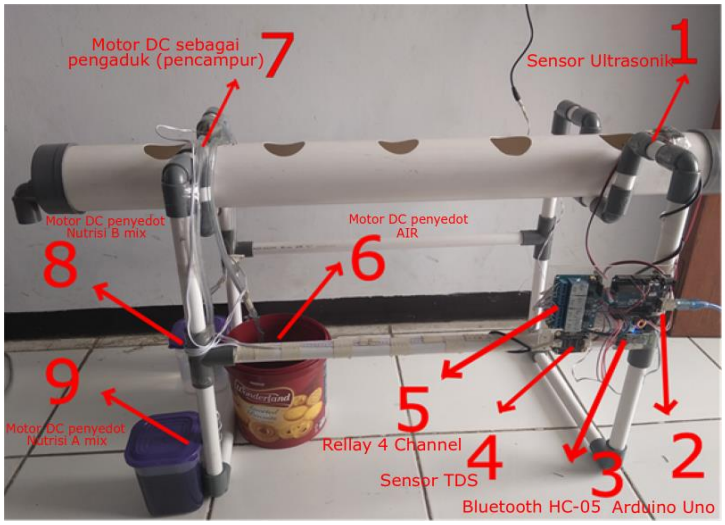
B. Perancangan Sistem

Metode perancangan atau pemodelan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode perancangan *Unified Modeling Process* (UML).

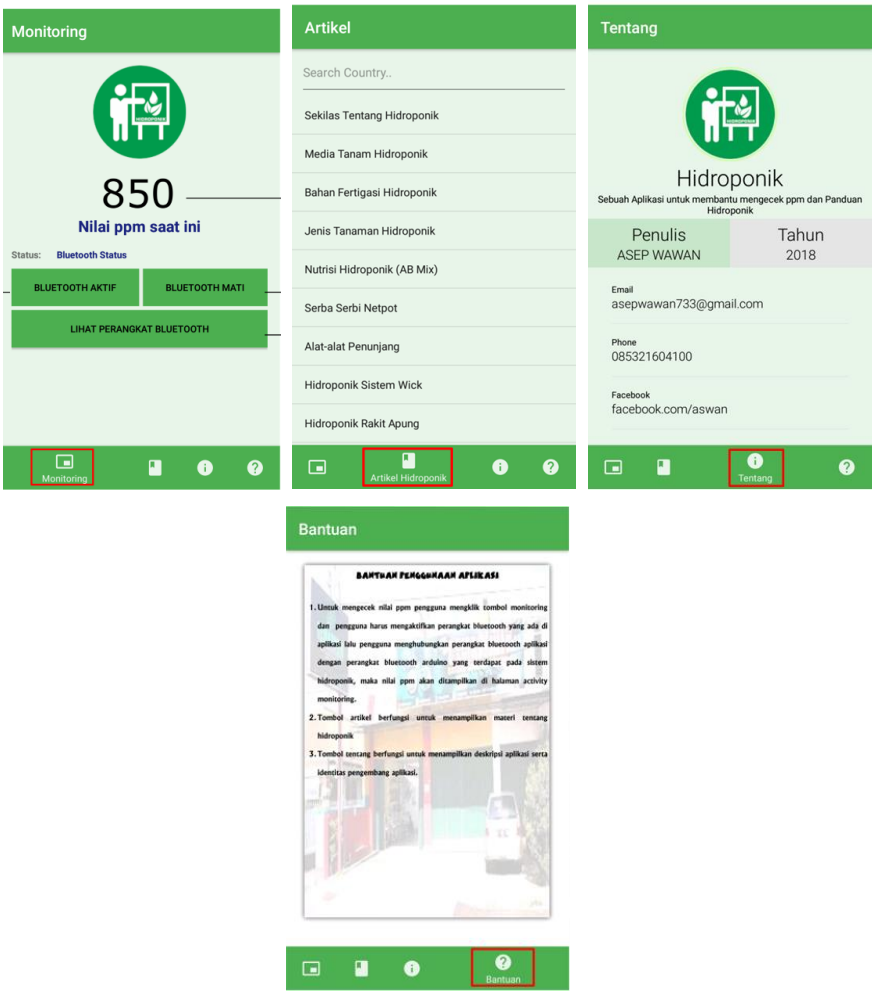
1. *Use Case Diagram*



Gambar 4. Use Case Diagram Sistem



Gambar 5. Prototipe Sistem Hidroponik Untuk Pengujian Sistem



Gambar 6. Tampilan Aplikasi Monitoring pada perangkat Smartphone.

Pemberian nutrisi pada tanaman hidroponik telah menjadi fokus perhatian dalam pertanian modern. Proses manual yang melibatkan langkah-langkah seperti pemberian air pada setiap tandon nutrisi memiliki keterbatasan dalam hal efisiensi waktu dan sumber daya manusia. Meskipun teknik aeroponik telah diidentifikasi sebagai metode alternatif untuk budidaya tanaman seperti kentang, pengontrolan nutrisi dan penyiraman masih bergantung pada campur tangan manusia. Sebagai respons terhadap tantangan ini, penelitian ini menerapkan sistem kendali fuzzy logic Mamdani dengan parameter input offset kadar nutrisi dan level air serta parameter output durasi nyala motor pompa nutrisi dan air. Hasil penelitian menunjukkan tingkat keberhasilan yang tinggi dalam mengontrol nutrisi dan level air sesuai dengan set point, yang pada gilirannya meningkatkan pertumbuhan tanaman secara signifikan. Sistem kendali yang diterapkan dalam penelitian ini menjadi kunci penting dalam menjaga kadar nutrisi dalam batas yang diinginkan, mengatasi permasalahan pengaturan manual, dan membuka peluang untuk pengaturan parameter yang lebih efisien dalam budidaya hidroponik.

Penelitian juga mencermati aspek lain dalam pengelolaan hidroponik, yaitu pengaturan pH air. Sebuah sistem otomatisasi pengaturan pH air dikembangkan untuk mengoreksi nilai pH air secara otomatis dan memberikan informasi terkait temperatur air dan kepekatan nutrisi terlarut. Melalui menu pengaturan yang dapat disesuaikan, sistem ini berhasil mengaktifkan pompa pH up secara otomatis jika nilai pH air melebihi batas atas yang telah ditetapkan. Temuan ini menggambarkan potensi sistem otomatis dalam memberikan solusi terhadap tantangan pemantauan dan pengaturan nutrisi yang optimal dalam budidaya hidroponik. Sistem-sistem otomatis semacam ini tidak hanya meningkatkan efisiensi, tetapi juga memberikan fleksibilitas yang lebih besar kepada petani untuk menyesuaikan parameter budidaya sesuai dengan kebutuhan spesifik tanaman.

IV. SIMPULAN

Hasil penelitian mengenai "Implementasi Algoritma Pengendali PID pada Tanaman Hidroponik Berbasis Mikrokontroller" menunjukkan beberapa kesimpulan yang relevan. Pertama, sistem pengontrolan nutrisi pada tanaman hidroponik berbasis mikrokontroller mampu beroperasi secara otomatis. Sistem ini efektif menyesuaikan kadar nutrisi dalam sistem hidroponik, menambahkan nutrisi, atau memberikan tambahan air pada tanaman hidroponik ketika kadar nutrisi kurang atau melebihi nilai setpoint yang telah ditentukan. Keberhasilan sistem ini membawa dampak positif dengan mengurangi keterlibatan tenaga manusia, menghilangkan kebutuhan untuk pengecekan rutin, dan secara keseluruhan menghemat waktu dan tenaga.

Kedua, kehadiran sistem pengontrolan nutrisi hidroponik yang otomatis diharapkan dapat memberikan efisiensi waktu yang signifikan. Proses penambahan air, terutama saat nilai ppm melebihi nilai setpoint (850), dapat diselesaikan dalam rentang waktu 15-20 menit. Dengan demikian, proses mencapai nilai titik setpoint dapat dilakukan secara efisien, mendukung produktivitas tanaman hidroponik tanpa mengorbankan waktu dan usaha secara berlebihan. Kesimpulan ini menegaskan bahwa implementasi algoritma pengendali PID pada tanaman hidroponik berbasis mikrokontroller bukan hanya meningkatkan efisiensi sistem, tetapi juga berpotensi mengoptimalkan hasil pertanian dengan meminimalkan intervensi manusia yang bersifat rutin.

V. DAFTAR PUSTAKA

Wulandari, & Neng Wina Sumiar. (2021). Pengembangan Sistem Pengaturan Larutan Nutrisi Otomatis Pada Budidaya Kentang Aeroponik. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Agri-Informatika*, *8*(1). https://doi.org/10.29244/jika.8.1.57-68

A. Malik and R. Hartono, “Sistem Otomatis Pembuatan Nutrisi Ideal untuk Tanaman Pakcoy Menggunakan kendali Logika Fuzzy,” Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan, vol. 9, no. 2, 2021, doi: 10.34010/telekontran.v9i2.5624.

F. SURYATINI, S. PANCONO, S. B. BHASKORO, and P. M. S. MULJONO, “Sistem Kendali Nutrisi Hidroponik berbasis Fuzzy Logic berdasarkan Objek Tanam,” ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika, vol. 9, no. 2, 2021, doi: 10.26760/elkomika.v9i2.263.

A. Wulansari, B. Medha, and S. Agus, “Pengaruh Tingkat EC dan Populasi Terhadap Produksi Tanaman Kale (Brassica oleracea var . Acephala) Pada Sistem Hidroponik Rakit Apung,” Produksi Tanaman, vol. 7, no. 2, 2019.