

**PROTOTYPE SISTEM AKUAPONIK BERBASIS WEB
DENGAN IMPLEMENTASI OPTIMASI PEMBERIAN NUTRISI
MENGUNAKAN ALGORITMA SIMPLE ADDITIVE
WEIGHTING (SAW)**

**WEB-BASED AQUAPONIC SYSTEM PROTOTYPE WITH
THE IMPLEMENTATION OF NUTRIENT SUPPLY
OPTIMIZATION USING THE SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING
(SAW) ALGORITHM**

Tiara D.P. Sari¹, Bijanto²

Prodi Informatika Sekolah Tinggi Teknik Pati^{1,2}

e-mail: tiaradps@sttp.ac.id¹, Bijanto@sttp.ac.id²

Abstract : *This study aims to develop a web-based aquaponics system prototype that implements the Simple Additive Weighting (SAW) algorithm for nutrient optimization. As an integrated farming system, aquaponics encounters challenges in controlling environmental parameters such as pH level, water temperature, Total Dissolved Solids (TDS), and water level, which are still managed manually. The research employs the Research and Development (R&D) method, which includes: (1) designing an Internet of Things (IoT)-based system consisting of pH sensor, TDS sensor, temperature sensor, ultrasonic sensor, and Arduino Uno microcontroller; (2) implementing the SAW algorithm for automated decision-making process; and (3) conducting system testing and validation. The results demonstrate that the developed system can monitor aquaponics parameters in real-time through a web interface with sensor accuracy showing an error rate below 5%. The SAW algorithm successfully calculates nutrient requirements based on parameter weighting, with expert validation indicating a system feasibility level of 77.6%, categorized as "Highly Feasible". Therefore, it can be concluded that this webbased aquaponics system prototype with the SAW algorithm is capable of optimizing automatic nutrient distribution, improving resource use efficiency, and supporting sustainable agricultural practices.*

Keywords: *aquaponics, Internet of Things, Simple Additive Weighting, nutrient optimization, web-based system*

Abstrak : Penelitian ini mengembangkan prototipe sistem akuaponik berbasis web dengan penerapan algoritma Simple Additive Weighting (SAW) untuk optimasi pemberian nutrisi secara berkala. Sistem dirancang untuk memantau parameter kualitas air meliputi pH, suhu, Total Dissolved Solids (TDS), dan ketinggian air melalui pengukuran berkala menggunakan sensor-sensor yang terhubung dengan mikrokontroler Arduino Uno. Metode penelitian menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan tahapan: (1) perancangan sistem akuaponik berbasis Internet of Things (IoT), (2) implementasi algoritma SAW untuk pengambilan keputusan pemberian nutrisi, dan (3) pengujian sistem secara komprehensif. Hasil penelitian menunjukkan sistem mampu melakukan pemantauan parameter secara berkala dengan interval waktu tertentu melalui antarmuka web, dimana data sensor menunjukkan akurasi dengan tingkat error di

bawah 5%. Algoritma SAW berhasil mengolah data parameter untuk menentukan kebutuhan nutrisi dengan tingkat validasi mencapai 77,6% (kategori "Sangat Layak"). Sistem ini memberikan solusi praktis dalam meningkatkan efisiensi budidaya akuaponik melalui pengelolaan nutrisi yang terukur dan sistematis

Kata Kunci: akuaponik, Internet of Things, Simple Additive Weighting, optimasi nutrisi, sistem berbasis web.

PENDAHULUAN

Ketahanan pangan merupakan isu strategis di Indonesia yang semakin krusial seiring dampak perubahan iklim terhadap sektor pertanian dan perikanan [1]. Perubahan pola cuaca, degradasi lahan, serta penurunan kesuburan tanah berdampak pada menurunnya produktivitas pangan. Di sisi lain, Indonesia sebagai negara kepulauan dengan wilayah perairan yang luas memiliki potensi besar dalam pengembangan sektor perikanan sebagai penopang ketahanan pangan nasional [2]. Namun, pertumbuhan populasi dan keterbatasan lahan subur menuntut adanya inovasi sistem produksi pangan yang efisien dan berkelanjutan .

Pertanian berkelanjutan menjadi pendekatan penting untuk menjaga keseimbangan antara kebutuhan manusia dan kelestarian lingkungan [3]. Salah satu penerapannya adalah sistem akuaponik, yaitu sistem pertanian terpadu yang menggabungkan akuakultur dan hidroponik dalam satu ekosistem yang saling menguntungkan. Sistem ini adaptif, hemat lahan dan air, serta mampu memanfaatkan limbah metabolisme ikan sebagai nutrisi bagi tanaman, sehingga berpotensi meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan budidaya [4].

Keberhasilan sistem akuaponik sangat dipengaruhi oleh pengelolaan kualitas air, terutama parameter pH, Total Dissolved Solids (TDS), suhu, dan level air. Pengelolaan secara manual sering kali kurang efisien, memerlukan waktu dan tenaga yang besar, serta berpotensi menimbulkan kesalahan. Oleh karena itu, diperlukan sistem otomatis yang mampu memantau dan mengendalikan parameter lingkungan secara real-time untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas budidaya .

Pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan integrasi sensor, mikrokontroler, dan sistem berbasis web untuk memantau kondisi akuaponik secara berkelanjutan. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem akuaponik berbasis IoT, namun umumnya masih berfokus pada pemantauan dan kontrol dasar tanpa menerapkan metode optimasi dalam pemberian nutrisi [5]. Sementara itu, penelitian yang mengimplementasikan metode Simple Additive Weighting (SAW) masih terbatas pada optimasi kondisi air dan belum mencakup pengelolaan nutrisi secara komprehensif [6].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan prototype sistem akuaponik berbasis web dengan implementasi algoritma Simple Additive Weighting (SAW) untuk mengoptimalkan pemberian nutrisi secara otomatis. Algoritma SAW digunakan untuk mengolah data parameter pH, TDS, suhu, dan level air sehingga keputusan pemberian nutrisi dapat dilakukan secara objektif dan terukur. Integrasi teknologi IoT memungkinkan pengambilan data secara real-time dan penyajian hasil perhitungan melalui antarmuka web, sehingga diharapkan dapat meningkatkan efisiensi manajemen nutrisi serta mendukung pertumbuhan optimal tanaman dan ikan.

METODE PENELITIAN

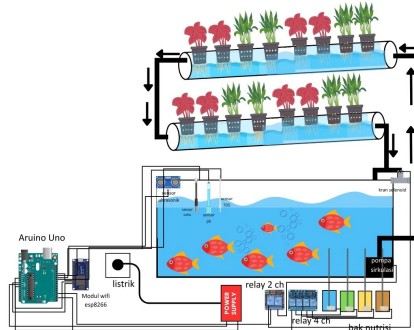
Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) yang bertujuan untuk menghasilkan sebuah prototype sistem akuaponik berbasis web dengan kemampuan optimasi pemberian nutrisi secara otomatis. Pendekatan ini dipilih karena penelitian berfokus pada proses perancangan, pengembangan, dan pengujian sistem berbasis Internet of Things (IoT) yang terintegrasi dengan algoritma Simple Additive Weighting (SAW).

Penelitian dilaksanakan pada Januari hingga Agustus 2025. Lokasi penelitian bertempat di Desa Trangkil, Kecamatan Trangkil, Kabupaten Pati, Jawa Tengah. Lokasi ini digunakan sebagai tempat perakitan prototype sistem akuaponik, pengambilan data sensor, serta pengujian sistem secara menyeluruh. Target penelitian berupa prototype sistem akuaponik skala kecil yang terintegrasi dengan teknologi IoT dan algoritma SAW. Subjek penelitian meliputi sistem akuaponik yang menggunakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) serta tanaman kangkung dan bayam merah. Subjek lain dalam penelitian ini berupa data parameter kualitas air yang dihasilkan oleh sensor suhu, pH, Total Dissolved Solids (TDS), dan ketinggian air, serta sistem pengambilan keputusan otomatis pemberian nutrisi.

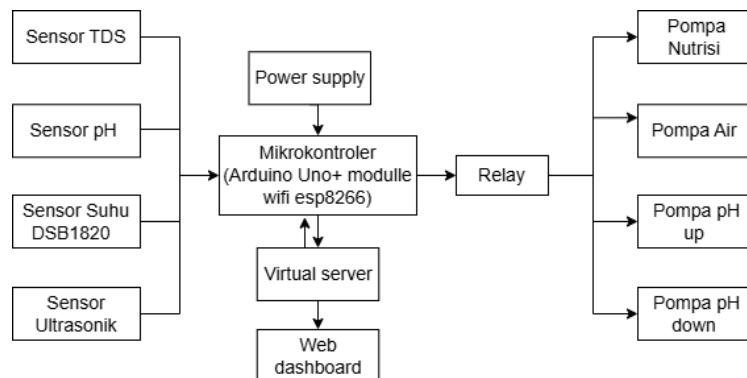
Prosedur penelitian dilakukan secara bertahap sesuai dengan karakteristik penelitian pengembangan, yaitu:

A. Perancangan Sistem,

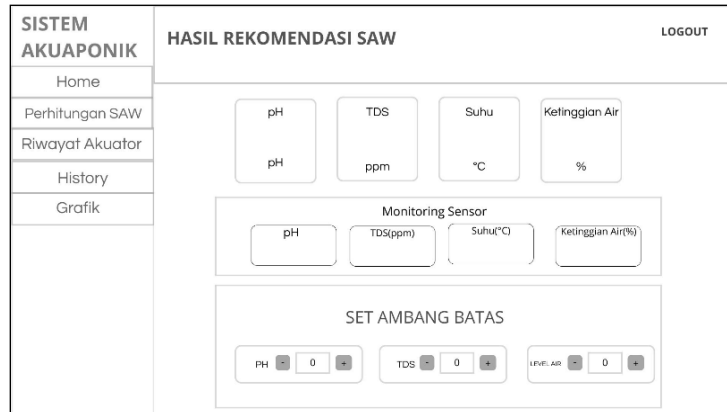
Meliputi perancangan arsitektur perangkat keras (mikrokontroler, sensor, aktuator) dan perangkat lunak (server, database, dan antarmuka web).



Gambar 1. Desain Perancangan Akuaponik



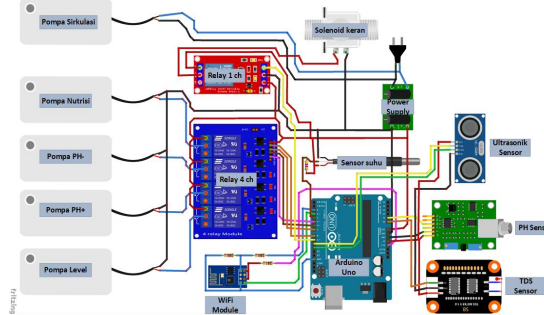
Gambar 2. Diagram Alur Sistem Perangkat Keras



Gambar 3. Tampilan Perancangan Halaman *Home*

B. Implementasi Sistem

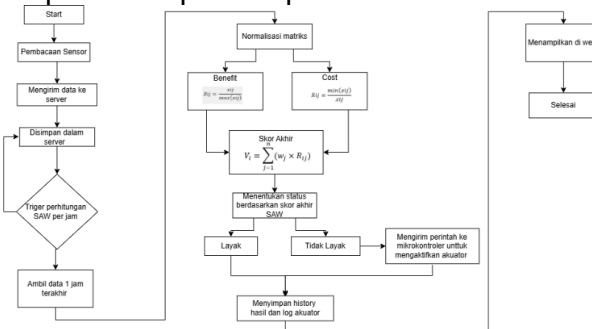
perakitan prototype akuaponik, integrasi sensor dengan Arduino Uno dan modul ESP8266, serta pengembangan sistem berbasis web.



Gambar 4. Skema Perancangan Hardware

C. Penerapan Algoritma SAW

untuk mengolah data sensor berdasarkan kriteria pH, suhu, TDS, dan level air guna menghasilkan keputusan optimasi pemberian nutrisi.



Gambar 5. Flowchart Penerapan Metode SAW

D. Pengujian Sistem

meliputi pengujian sensor, validasi hasil perhitungan SAW, serta pengujian fungsi aktuator dan tampilan web.

E. Evaluasi Hasil

untuk menilai kesesuaian sistem dengan tujuan penelitian.

Data penelitian berupa data kuantitatif hasil pembacaan sensor, meliputi suhu air, nilai pH, nilai TDS, dan ketinggian air. Instrumen penelitian terdiri dari Arduino Uno sebagai mikrokontroler utama, sensor suhu DS18B20, sensor pH 4502C, sensor TDS, sensor ultrasonik HC-SR04, modul WiFi ESP8266, serta aktuator berupa pompa air, pompa nutrisi, pompa pH up/down, dan solenoid valve. Sistem pendukung berupa server lokal berbasis XAMPP dengan database MySQL dan antarmuka web.

Pengumpulan data dilakukan melalui pengukuran langsung menggunakan sensor yang terpasang pada sistem akuaponik. Data sensor dikirimkan secara berkala ke server lokal melalui jaringan WiFi dan disimpan dalam database. Studi literatur digunakan untuk memperoleh referensi terkait sistem akuaponik, teknologi IoT, dan algoritma Simple Additive Weighting.

Tabel 1. Bobot Kriteria

Nama kriteria	Atribut	Bobot
<i>pH</i>	<i>Benefit</i>	0.30
<i>TDS</i>	<i>Cost</i>	0.25
Suhu	<i>Cost</i>	0.15
Level air	<i>Benefit</i>	0.30

Analisis data dilakukan menggunakan algoritma Simple Additive Weighting (SAW). Tahapan analisis meliputi penentuan kriteria dan bobot, proses normalisasi data sensor, serta perhitungan nilai preferensi untuk menghasilkan keputusan optimasi pemberian nutrisi. Hasil perhitungan digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan sistem dan dianalisis kesesuaiannya dengan tujuan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pemrosesan Data dan Perhitungan SAW

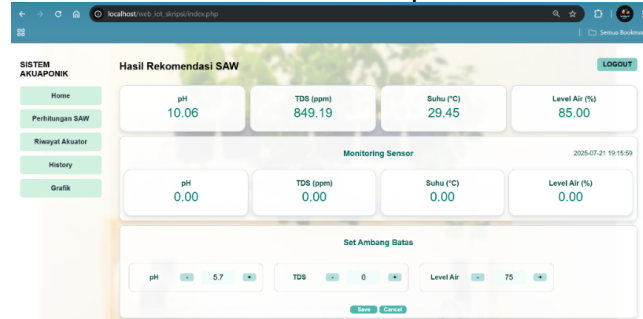
Sistem mampu melakukan monitoring parameter suhu, pH, Total Dissolved Solids, dan ketinggian air secara real-time menggunakan sensor yang terintegrasi dengan Arduino Uno dan modul WiFi ESP8266.



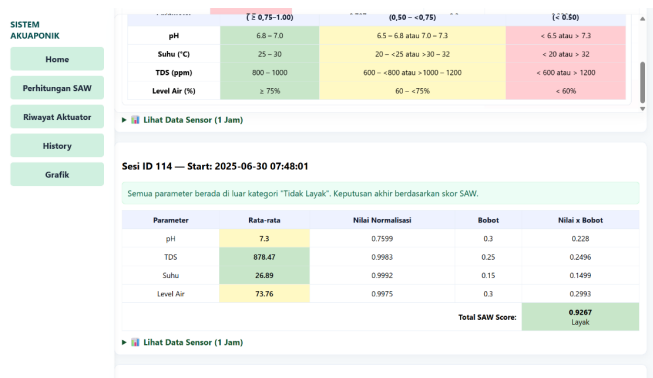
Gambar 6. Hasil Implementasi Model Akuaponik

Hasil implementasi menunjukkan bahwa data sensor pH, suhu, Total Dissolved Solids, dan level air berhasil dikirimkan ke server secara real-time dan

diproses menggunakan algoritma Simple Additive Weighting setiap satu jam. Perhitungan SAW menghasilkan skor kelayakan yang digunakan sebagai dasar penentuan keputusan otomatis dalam sistem akuaponik.



Gambar 7. Tampilan Web Halaman Home



Gambar 8. Tampilan Halaman Hasil Perhitungan SAW

Bobot kriteria yang digunakan meliputi pH sebesar 0,30, TDS sebesar 0,25, suhu sebesar 0,15, dan level air sebesar 0,30. Setiap sesi pengolahan data diperlakukan sebagai satu alternatif dalam perhitungan SAW. Hasil perhitungan menunjukkan variasi skor kelayakan yang mencerminkan kondisi kualitas air pada setiap periode pemantauan.

Pada salah satu sesi pengujian diperoleh skor SAW sebesar 0,9342 dengan nilai pH berada pada kategori tidak layak, sementara parameter lain berada pada kondisi baik. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa metode SAW dapat menghasilkan skor tinggi meskipun terdapat parameter kritis yang menyimpang. Penerapan mekanisme *filter override* memastikan bahwa sistem tetap menetapkan status akhir tidak layak apabila terdapat parameter kritis berada di luar batas aman. Pendekatan ini menjaga keamanan sistem sebelum tindakan otomatis dijalankan.

B. Pengujian dan Kalibrasi Sensor

Hasil kalibrasi sensor menunjukkan tingkat akurasi yang memadai untuk digunakan dalam sistem. Sensor pH memiliki rata-rata kesalahan sebesar 4,89% pada buffer pH 4,01 dan 0,86% pada buffer pH 7,01. Sensor suhu DS18B20 menunjukkan rata-rata kesalahan sebesar 0,38%. Sensor TDS menghasilkan rata-rata kesalahan sebesar 1,61%. Sensor ultrasonik mampu membaca ketinggian air

dengan selisih toleransi $\pm 1-2$ cm setelah dilakukan pemetaan ke dalam bentuk persentase.

Tabel 2. Hasil Kalibrasi Pengujian *pH* Sensor

Waktu (menit)	Sensor <i>pH</i> (pH)	<i>pH</i> meter (pH)	Error(%)
1	4,20	4,01	4,74
2	4,20	4,01	4,74
3	4,21	4,01	4,99
4	4,21	4,01	4,99
5	4,21	4,01	4,99
Rata-rata error			4,89%

Tabel 3. Hasil Kalibrasi Sensor *TDS*

Waktu (menit)	Sensor <i>TDS</i> (ppm)	<i>TDS</i> meter (ppm)	Error(%)
1	855	858	0.35
2	855	858	0.35
3	879	858	2.45
4	879	858	2.45
5	879	858	2.45
Rata-rata error			1.61%

Tabel 4. Hasil Kalibrasi Sensor Suhu *DS18B20*

Waktu (menit)	Sensor <i>DS18B20</i> (°C)	Termometer (°C)	Error(%)
1	29.81	29.7	0.37
2	29.81	29.7	0.37
3	29.81	29.7	0.37
4	29.81	29.7	0.37
5	29.82	29.7	0.40
Rata-rata error			0,38%

Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa seluruh sensor layak digunakan sebagai sumber data dalam proses pengambilan keputusan berbasis algoritma SAW.

C. Validasi Sistem

Hasil validasi perangkat lunak oleh ahli IT menunjukkan nilai kelayakan sebesar 77,6% dengan kategori sangat layak. Penilaian mencakup aspek fungsionalitas, kemudahan penggunaan, tampilan antarmuka, dan kualitas informasi yang ditampilkan sistem.

Hasil validasi perangkat keras oleh ahli teknik menunjukkan bahwa sistem berada pada kategori layak hingga sangat layak pada seluruh aspek penilaian. Sistem dinilai stabil, responsif, dan sesuai dengan kebutuhan pengelolaan akuaponik skala kecil.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan prototype sistem akuaponik berbasis web dengan algoritma Simple Additive Weighting (SAW) untuk pengambilan keputusan pemberian nutrisi secara otomatis berdasarkan parameter suhu, pH, Total Dissolved Solids, dan ketinggian air. Sistem mampu memproses data sensor secara berkala, menghasilkan keputusan pengendalian aktuator yang tepat, serta menampilkan informasi kondisi lingkungan dan hasil perhitungan secara informatif melalui antarmuka web. Pengembangan selanjutnya disarankan menggunakan sensor dengan akurasi dan ketahanan lebih tinggi, membandingkan metode SAW dengan algoritma optimasi lain, menguji sistem pada skala yang lebih besar, menambahkan parameter kualitas air yang lebih lengkap, serta mengembangkan sistem komunikasi yang tidak bergantung pada jaringan Wi-Fi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), "BMKG: Waspada! Pertanian jadi sektor paling terdampak perubahan iklim," 2023
- [2] Badan Pusat Statistik (BPS), *Statistik pendaratan ikan tradisional 2023*, 2024.
- [3] D. Dadi, "Pembangunan pertanian dan sistem pertanian organik," *Jurnal Education and Development*, vol. 9, no. 3, pp. 566–572, 2021.
- [4] S. Rangkuti, S. Syahban, and U. Miftadi, "Rancang bangun smart aquaponik skala kecil berbasis internet of things," *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi Terapan (e-Journal)*, vol. 10, no. 2, pp. 147–158, 2024.
- [5] F. Firmansyah, R. Astuti, W. Prihartono, and R. Hamonangan, "Pengoptimalan pertumbuhan tanaman dan ikan dengan teknologi internet of things pada sistem aquaponik," vol. 10, no. 1, pp. 35–44, 2025.
- [6] A. A. Ubaidillah, "Smart aquaponik internet of things (IoT) menggunakan metode simple additive weighting (SAW)," *Indexia*, vol. 4, no. 1, p. 59, 2022.