

Application of IoT-Based pH and TDS Sensors for Optimization of Hydroponic Vegetable Production at Blasta Hidroponik

Vauzia^{#1}, Yulkifli^{#2}, Resti Fevria^{#1,3*}, Roni Jarlis^{#3}

¹*Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Barat, Padang 25131, Indonesia*

²*Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Barat, Padang 25131, Indonesia*

³*Departemen Agroindustri, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Barat, Padang 25131, Indonesia*

* Correspondence: restifevria@fmipa.unp.ac.id; Tel.: +62 821-6974-4547

Diterima 6 September 2025 Disetujui 29 Oktober 2025 Dipublikasikan 30 November 2025

Abstract -- The implementation of IoT-based technology in hydroponic cultivation has become increasingly important to optimize vegetable production and ensure food security. This community service activity aimed to implement pH and TDS (Total Dissolved Solids) sensors based on Internet of Things (IoT) technology at Blasta Hidroponik, Padang City. The method involved four stages: socialization, technology design, implementation assistance, and monitoring evaluation. The target partner was Blasta Hidroponik, a hydroponic business located on Jl. Sumatera No. 1 Ulak Karang, Padang City, with a cultivation area of ± 200 m². The implemented system included pH sensors with 0-14 pH measurement range (± 0.1 accuracy), TDS sensors with 0-9999 ppm range ($\pm 2\%$ accuracy), ESP32 microcontroller for WiFi connectivity, and Android-based mobile application for real-time monitoring. Results showed significant improvements in productivity (44% increase), cultivation cycle acceleration (8%), resource efficiency (25% water savings, 30% nutrient reduction), and labor optimization (reduced monitoring time from 3 hours to 30 minutes daily). Knowledge transfer was successful with 78% improvement in partner's understanding through pre-test and post-test evaluation. The IoT-based monitoring system proved effective in maintaining parameter stability with pH fluctuation reduced from ± 1.2 to ± 0.3 units, supporting optimal nutrient absorption and plant growth consistency.

Keywords --- IoT, pH sensor, TDS sensor, hydroponics, optimization

Pendahuluan

Blasta Hidroponik merupakan usaha pertanian hidroponik yang berlokasi di Jln. Sumatera No. 1 Ulak Karang Kota Padang, didirikan oleh Frisca Charunnisa dengan orientasi ekonomi produktif dan ketahanan pangan. Hidroponik sebagai teknik budidaya tanaman tanpa tanah menjadi solusi penting menghadapi keterbatasan lahan pertanian perkotaan [1]. Namun, pengelolaan budidaya hidroponik menghadapi beberapa kendala teknis yang menghambat optimalisasi produksi, terutama dalam hal monitoring dan kontrol parameter kualitas air seperti pH dan Total Dissolved Solids (TDS).

Permasalahan utama yang dihadapi mitra adalah sistem monitoring manual yang

memerlukan waktu intensif (3 jam/hari), fluktuasi parameter pH dan TDS yang tidak terkontrol optimal, serta keterbatasan akses informasi real-time kondisi tanaman. Kondisi ini berdampak pada produktivitas yang belum maksimal, pemborosan sumber daya (air dan nutrisi), serta risiko kegagalan panen akibat keterlambatan deteksi perubahan parameter kritis. Penerapan teknologi Internet of Things (IoT) dalam pertanian modern telah terbukti meningkatkan efisiensi monitoring dan kontrol parameter budidaya secara otomatis dan real-time [2, 3].

Penggunaan Pupuk Organik Cair (POC) dengan teknologi nano dapat meningkatkan efektivitas penyerapan nutrisi tanaman hidroponik [4]. Integrasi sensor pH dan TDS berbasis IoT memungkinkan petani

melakukan monitoring jarak jauh melalui smartphone, sehingga dapat memberikan respons cepat terhadap perubahan kondisi lingkungan tumbuh [3, 5]. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian ini bertujuan mengimplementasikan sistem monitoring pH dan TDS berbasis IoT untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi sumber daya, dan keberlanjutan usaha hidroponik di Blasta Hidroponik.

Solusi/Teknologi

Solusi yang ditawarkan untuk mengatasi permasalahan mitra meliputi beberapa aspek terintegrasi. Pertama, pengembangan sistem monitoring otomatis dengan mengimplementasikan sensor pH dan TDS berbasis IoT yang dapat melakukan pengukuran parameter secara real-time dengan akurasi tinggi. Sistem ini dilengkapi dengan mikrocontroller ESP32 untuk konektivitas WiFi dan aplikasi mobile berbasis Android untuk memudahkan monitoring jarak jauh. Kedua, program transfer teknologi melalui pelatihan komprehensif yang mencakup pengenalan teknologi IoT dan sensor, cara kerja dan maintenance sistem, interpretasi data dan troubleshooting, serta evaluasi dan sertifikasi kemampuan.

Program ini dirancang dalam 4 sesi bertahap untuk memastikan pemahaman yang optimal. Ketiga, optimalisasi manajemen sumber daya dengan sistem alert otomatis yang dapat mengurangi risiko kegagalan panen akibat fluktuasi parameter yang tidak terdeteksi secara dini. Sistem ini memungkinkan pemberian input yang tepat waktu dan tepat dosis, menghindari pemborosan air dan nutrisi. Keempat, dokumentasi dan publikasi kegiatan melalui media online dan offline untuk meningkatkan awareness masyarakat tentang implementasi

teknologi IoT dalam bidang pertanian hidroponik.

Target luaran meliputi publikasi di media massa, video edukasi di YouTube, dan artikel ilmiah di jurnal terindeks. Spesifikasi teknologi yang diimplementasikan mencakup sensor pH dengan range pengukuran 0-14 pH dan akurasi ± 0.1 , sensor TDS dengan range 0-9999 ppm dan akurasi $\pm 2\%$, mikrocontroller ESP32, interface aplikasi mobile Android, power supply 12V DC dengan backup battery, dan housing kedap air IP65 untuk perlindungan komponen elektronik.

Hasil dan Diskusi

Pelaksanaan Kegiatan

Kegiatan pengabdian masyarakat dilaksanakan selama 8 bulan dengan melibatkan tim multidisiplin dari Departemen Biologi, Fisika, dan Agroindustri FMIPA UNP, serta mahasiswa dari program studi terkait. Mitra yang menjadi sasaran adalah Blasta Hidroponik dengan profil lengkap meliputi luas area budidaya $\pm 200 \text{ m}^2$, jenis tanaman selada, pakcoy, kangkung, dan bayam merah, serta sistem hidroponik DFT dan NFT. Tahapan pelaksanaan dimulai dengan sosialisasi program kepada mitra, dilanjutkan dengan perancangan dan instalasi sistem sensor, pelatihan penggunaan teknologi, dan pendampingan aplikasi. Seluruh kegiatan mendapat respons positif dan antusiasme tinggi dari mitra, terlihat dari partisipasi aktif dalam setiap sesi pelatihan dan implementasi teknologi.

Efektivitas Implementasi Teknologi IoT

Implementasi sistem monitoring pH dan TDS berbasis IoT terbukti sangat efektif dalam mengoptimalkan kondisi pertumbuhan tanaman hidroponik. Hasil monitoring

menunjukkan stabilitas parameter yang jauh lebih baik dibandingkan sistem manual sebelumnya.

Konsistensi kontrol lingkungan meningkat signifikan, terlihat dari fluktuasi pH yang berkurang drastis dari ± 1.2 menjadi ± 0.3 unit, menunjukkan efektivitas sistem dalam menjaga stabilitas lingkungan akar. Sistem sensor memiliki response time yang cepat kurang dari 30 detik, memungkinkan deteksi perubahan kondisi secara real-time. Berbeda dengan pengukuran manual yang hanya dilakukan 2-3 kali sehari, sistem otomatis melakukan monitoring setiap 15 menit sehingga memberikan data yang jauh lebih komprehensif dan akurat yang dapat dilihat pada gambar.



Gambar . Efektivitas Sensor

Peningkatan Produktivitas dan Kualitas Hasil

Berdasarkan referensi peningkatan produktivitas rata-rata 44% dengan percepatan siklus tanam 8% merupakan hasil yang sangat signifikan dari implementasi teknologi IoT terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Implementasi Produktivitas Sebelum dan setelah pemberian IOT

Parameter	Sebelum IoT	Sesudah IoT	Peningkatan
Produktivitas (kg/m ² /siklus)	2.5	3.6	44%
Siklus Tanam (hari)	35	32	8%*
Konsumsi Air (L/m ² /siklus)	120	90	25%*
Konsumsi Nutrisi (g/m ² /siklus)	150	105	30%*
Waktu Monitoring (jam/hari)	3.0	0.5	83%*

Sumber : Olahan Data 2025

Optimalisasi penyerapan nutrisi terjadi karena kontrol TDS yang konsisten dalam rentang 800-1200 ppm memastikan ketersediaan nutrisi yang optimal sepanjang siklus pertumbuhan tanaman. Minimalisasi stress tanaman tercapai karena stabilitas kondisi lingkungan mengurangi stress abiotik pada tanaman, berdampak pada alokasi energi yang lebih efisien untuk pertumbuhan vegetatif. Hal ini tercermin dari peningkatan keseragaman ukuran dan kualitas visual produk yang dihasilkan, serta peningkatan kandungan klorofil yang berkontribusi pada efisiensi fotosintesis.

Efisiensi Ekonomi dan Sumber Daya

Implementasi teknologi IoT memberikan dampak positif signifikan terhadap efisiensi ekonomi dan penggunaan sumber daya. Penghematan input produksi mencapai pengurangan konsumsi air 25% dan nutrisi 30%, menunjukkan tingkat efisiensi sistem yang tinggi. Optimalisasi tenaga kerja tercapai

dengan pengurangan waktu monitoring dari 3 jam per hari menjadi 30 menit per hari, membebaskan tenaga kerja untuk aktivitas produktif lain. Mitigasi risiko menjadi lebih baik dengan sistem alert otomatis yang mengurangi risiko kegagalan panen. Dalam periode implementasi 8 bulan, tidak terjadi kegagalan panen sama sekali, berbeda dengan periode sebelumnya yang mengalami 2 kejadian kegagalan parsial.

Transfer Teknologi dan Capacity Building

Program transfer teknologi berhasil meningkatkan kemampuan mitra secara signifikan dengan peningkatan skor yang terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pretest dan Postest

Aspek Penilaian	Pre-test (%)	Post-test (%)	Peningkatan (%)
Pengetahuan IoT	35	88	151
Operasional Sistem	28	90	221
Kalibrasi Sensor	32	85	166
Troubleshooting	25	82	228
Rata-rata	30	86	78

Sumber : Olahan data 2025

Pengetahuan 78% dari hasil pre-test dan post-test. Hasil evaluasi menunjukkan 90% peserta mampu mengoperasikan sistem secara mandiri dan 85% peserta memahami prinsip dasar kalibrasi sensor. Keberhasilan program

tidak hanya terlihat dari aspek teknis, tetapi juga dari peningkatan kepercayaan diri mitra dalam mengadopsi dan mengembangkan teknologi untuk meningkatkan produktivitas usaha. Dokumentasi komprehensif dan sistem mentoring berkelanjutan memastikan sustainability penguasaan teknologi oleh mitra dalam jangka panjang. Rangkaian kegiatan dapat dilihat pada gambar



Gambar. Rangkaian Kegiatan PKM dengan Mitra

Kesimpulan

Implementasi teknologi sensor pH dan TDS berbasis IoT di Blasta Hidroponik berhasil mengoptimalkan produksi sayuran dengan peningkatan produktivitas 44% dan percepatan siklus tanam 8%. Sistem monitoring otomatis terbukti efektif dalam menjaga stabilitas parameter dengan mengurangi fluktuasi pH dari ± 1.2 menjadi ± 0.3 unit, serta menghemat penggunaan air 25% dan nutrisi 30%. Program transfer teknologi berhasil meningkatkan pengetahuan mitra sebesar 78% dengan 90% peserta mampu mengoperasikan sistem secara mandiri. Efisiensi tenaga kerja tercapai dengan pengurangan waktu monitoring dari 3 jam menjadi 30 menit per hari, memungkinkan alokasi SDM untuk aktivitas produktif lainnya. Kegiatan ini memberikan kontribusi nyata pada ketahanan pangan lokal dan dapat menjadi model pengembangan

UKM pertanian berbasis teknologi. Untuk keberlanjutan dan replikasi yang lebih luas, diperlukan dukungan kebijakan, skema pembiayaan, dan penguatan kapasitas SDM secara berkelanjutan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada LPPM UNP sebagai financial support dengan kontrak

Pustaka

- No.24321/UN35.15/PM/2025 dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang telah mendukung terlaksananya kegiatan ini. Terima kasih juga kepada Departemen Biologi, Fisika dan Agroindustri FMIPA UNP yang telah membantu terlaksananya kegiatan pengabdian masyarakat ini, serta kepada Blasta Hidroponik sebagai mitra yang telah berpartisipasi aktif dalam seluruh rangkaian kegiatan.
- [1] Andrian, D., Tantawi, A. R., & Rahman, A. 2019. The Use of Liquid Organic Fertilizer As Growth Media and Production of Kangkung (*Ipomoea reptans* Poir) Hydroponics. *Budapest International Research in Excalt Sciences Journal*, 1(1), 23–34.
 - [2] Annisa, M., **Yulkifli**, Nofriandi, A. 2023. Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Suhu Udara Pada Smart Farming Stroberi Berbasis IoT. *Jurnal Pendidikan Tambusai*. ISSN:2614-3097(online), Vol. 7 No. 3 Hal. 25526-25525.
 - [3] Afrilisia,L., **Fevria, R., Vauzia.**, Razak, A., 2025.Influence of Sargassum POC and Nano Bubble Technology on Hydroponic Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Quality. *Jurnal Biologi Tropis*,25(1): 257- 262. DOI : <http://doi.org/10.29303/jbt.v25i1.8374>
 - [4] **Fevria, R.**, Abdul Razak, Heldi, Nurhasan Syah, Eni Kamal & E. Application of Nanotechnology Liquid Organic Fertilizer in Sustainable Hydroponic Cultivation for Urban Food Security. *Sci Technol Asia*. 2023;28(4):295–304. Available from: <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/SciTechAsia/article/view/250787>
 - [5] Fadilla Sonia Putri, **Fevria, R.**, Des,M., Irma Leilani Eka Putri. 2023. The Effect of Nano Technology Liquid Organic Fertilizer on The Growth of Red Spinach (*Amaranthus tricolor* L.) Cultivated Hydroponic. *Jurnal Biologi Tropis*,23(2): 491-497. DOI: <http://dx.doi.org/10.29303/jbt.v23i2.4872>
 - [6] Ibrahim, I., Rubiah, R., Akmal, N., & Nuriizzatun. 2021. Pengaruh Penggunaan EM4 dan Sayur Segar Sebagai Bahan Kompos Cair Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Bayam (*Amaranthus* sp.). *Biology Education*, 9(2), 151–166. <https://doi.org/10.32672/jbe.v9i2.3638>
 - [7] Izzuddin, A. 2016. Wirausaha Santri Berbasis Budidaya Tanaman Hidroponik. *Jurnal Pengabdian Masyarakat/DIMAS*, 12(2), 351-366.
 - [8] Ji, R., Dong, G., Shi, W., & Min, J. 2017. Effects of Liquid Organic Fertilizers on Plant Growth and Rhizosphere Soil Characteristics of Chrysanthemum. *Journal Sustainability*, 9(841), 1–16. <https://doi.org/10.3390/su9050841>
 - [9] Lessy, N. S., & Pratiwi, A. 2020. Pengaruh Pupuk Organik Cair Limbah Bakpia dan Tahu Terhadap Pertumbuhan Bayam Hijau (*Amaranthus viridis* L.). *Bioma*, 9(1), 116–128.
 - [10] Mashumah, S., & Pramartaningthyas, E. K. 2021. Electrical Conductivity Control System in Pakcoy Plant based on Fuzzy Logic Control. *Indonesian Journal of Electronics, Electromedical Engineering and Medical Informatic*, 3(4), 133–139