

Penerapan Smart Greenhouse Hidroponik Berbasis *IoT* Menggunakan EBT di Nurus Sunnah Farm

Vinda Setya Kartika^{*1}, Achmad Fahrul Aji¹, Sri Kusumastuti¹, Raditya Artha Rochmanto¹, Sifa Nur Hidayat¹, Sadewa Alfansuri Putra¹

*vinda.setyakartika@gmail.com

¹ Program Studi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang

Received: 12 Desember 2024

Accepted: 30 Juli 2025

Online Published: 31 Juli 2025

DOI: 10.29408/ab.v6i1.28692

Abstrak: Kesadaran masyarakat terhadap gaya hidup sehat mendorong meningkatnya permintaan sayuran segar. Namun, keterbatasan lahan akibat pertumbuhan penduduk menjadi kendala dalam produksi pertanian. Hidroponik menawarkan solusi tanpa lahan luas, tetapi keberhasilannya sangat bergantung pada pengendalian parameter lingkungan seperti pH, suhu, dan nutrisi. Kegiatan pengabdian ini bertujuan menerapkan teknologi Smart Greenhouse berbasis Internet of Things (*IoT*) dengan memanfaatkan energi baru terbarukan (*EBT*) untuk budidaya selada keriting di Nurus Sunnah Farm, Kota Semarang. Metode pelaksanaan meliputi survei lokasi, perancangan dan pembuatan sistem, instalasi, pelatihan, pendampingan, serta evaluasi keberlanjutan. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan panel surya sebagai sumber energi dan dilengkapi tiga jenis sensor (*pH*, *TDS*, suhu/kelembaban) yang terintegrasi dengan *ESP32* dan platform pemantauan daring. Hasil implementasi menunjukkan sistem mampu memantau dan mengendalikan parameter hidroponik secara real-time dengan tingkat kesalahan pembacaan sensor *pH* sebesar 0,0231 dan sensor *TDS* sebesar 0,0116. Inovasi ini memudahkan pengelola dalam pengaturan nutrisi, *pH*, dan suhu, sekaligus mengurangi ketergantungan pada listrik PLN. Penerapan teknologi ini terbukti meningkatkan efisiensi pengelolaan, berpotensi memaksimalkan produktivitas tanaman, dan mendukung pertanian berkelanjutan berbasis energi terbarukan.

Kata kunci: Energi Baru Terbarukan, Hidroponik, *IoT*, Smart Greenhouse

Abstract: Public awareness of healthy lifestyles has increased the demand for fresh vegetables. However, limited land availability due to population growth poses a challenge for agricultural production. Hydroponics offers a solution without requiring large areas of land, yet its success depends heavily on controlling environmental parameters such as *pH*, temperature, and nutrients. This community service project aimed to implement smart greenhouse technology based on the Internet of Things (*IoT*) powered by renewable energy (*RE*) for curly lettuce cultivation at Nurus Sunnah Farm, Semarang City. The implementation stages included site surveys, system design and fabrication, installation, training, mentoring, and sustainability evaluation. The developed system utilized solar panels as an energy source and was equipped with three types of sensors (*pH*, *TDS*, temperature/humidity) integrated with *ESP32* and an online monitoring platform. The results showed that the system was able to monitor and control hydroponic parameters in real time, with a *pH* sensor reading error of 0.0231 and a *TDS* sensor error of 0.0116. This innovation facilitates the management of nutrients, *pH*, and temperature, while reducing dependence on electricity from the national grid. The application of this technology has proven to enhance management efficiency, potentially maximize crop productivity, and support sustainable agriculture based on renewable energy.

Keyword: Renewable Energy, Hydroponics, *IoT*, Smart Greenhouse

PENDAHULUAN

Permintaan masyarakat terhadap sayuran segar terus meningkat seiring kesadaran akan pola hidup sehat. Data menunjukkan bahwa tren konsumsi sayuran organik dan bebas pestisida mengalami kenaikan signifikan dalam lima tahun terakhir (BPS, 2023). Kondisi ini mendorong pengembangan teknologi budidaya pertanian yang efisien dan ramah lingkungan. Salah satu metode yang semakin diminati adalah hidroponik, karena mampu menghasilkan tanaman berkualitas tinggi di lahan terbatas dan tidak bergantung pada tanah. Sayuran yang ditanam dengan hidroponik lebih higienis, memiliki masa simpan hingga 10 hari, dan tidak memerlukan penggunaan pestisida (Izzany dkk., 2023).

Hidroponik memiliki berbagai sistem, di antaranya rakit apung (*floating raft*) yang relatif mudah diaplikasikan dan memiliki produktivitas tinggi. Sistem ini memanfaatkan media tanam *inert* seperti *rockwool* dan wadah tanam (*netpot*) yang mengapung di atas larutan nutrisi. Keunggulannya adalah distribusi nutrisi yang merata dan minim gangguan gulma, sehingga cocok digunakan untuk skala rumah tangga hingga komersial. Metode hidroponik rakit apung merupakan sistem hidroponik yang sangat sederhana dan mudah dalam penerapannya (Tama, 2020).

Kondisi iklim Kota Semarang yang cenderung panas dengan intensitas cahaya matahari tinggi menjadi tantangan sekaligus peluang. Suhu lingkungan yang tinggi dapat mempengaruhi stabilitas nutrisi dan pertumbuhan tanaman, namun ketersediaan energi surya dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan untuk sistem hidroponik. Pemanfaatan panel surya tidak hanya mengurangi ketergantungan pada listrik konvensional, tetapi juga menekan biaya operasional dan mendukung program energi bersih. Keberhasilan budidaya hidroponik sangat bergantung pada pengendalian parameter lingkungan, seperti pH, suhu larutan, dan intensitas cahaya. Ketidakseimbangan pH atau suhu yang ekstrem dapat menghambat penyerapan nutrisi dan menurunkan produktivitas tanaman. Oleh karena itu, diperlukan sistem pemantauan dan pengendalian yang efektif untuk menjaga kondisi optimal bagi pertumbuhan tanaman. Panasnya cuaca di kota Semarang itu membuktikan adanya ketersediaan cahaya matahari yang sangat melimpah, sehingga dengan menggunakan teknologi dapat dimanfaatkan untuk mengubah pancaran sinar matahari tersebut menjadi tenaga listrik yang biasa disebut dengan energi baru terbarukan (EBT). Penggunaan panel surya dalam jangka panjang sudah berhasil mengurangi biaya beban listrik per bulan dan meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan (Octavia dkk., 2023).

Dengan menggunakan panel surya, pancaran sinar dan radiasi matahari dikonversi menjadi listrik. Dalam mekanismenya *inverter* merubah listrik yang dihasilkan panel surya dari arus searah (DC) menjadi bolak-balik (AC). Dengan adanya EBT maka akan menjadi modal yang sangat potensial, dikarenakan tidak perlu mengeluarkan biaya untuk menggunakan tenaga listrik. Kondisi air yang terlalu asam atau basa dapat menyebabkan tanaman mati. Tingkat keasaman ini dapat diatur dengan cairan penambah atau penurun pH. Kondisi keasaman yang baik untuk tanaman hidroponik, khususnya selada keriting, berada pada kisaran pH 6-7. Suhu air hidroponik juga tak kalah penting dalam pertumbuhan tanaman. Pada suhu tersebut kadar oksigen terlarut mencapai 6-8 ppm, kadar oksigen tersebut sudah cukup tinggi bagi tumbuhan untuk proses fotosintesis. Penerapan teknologi pemantauan hidroponik sudah diterapkan

Hidayati dkk., (2023) dan Fathurrahman dkk., (2021) untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas hasil pertanian.

Di wilayah Kecamatan Tembalang, Kota Semarang, terdapat kelompok masyarakat yang mengembangkan pertanian hidroponik namun menghadapi kendala teknis, terutama pada sistem kontrol dan sumber energi. Dalam melaksanakan budidaya tanaman ini, pengelola kebun sudah menggunakan alat kontrol yang belum akurat untuk sistem pengairan, pemberian nutrisi, serta pengaturan suhu *greenhouse* sehingga tidak dapat menyesuaikan sistem pengairan, pemberian nutrisi, dan pengaturan pH, sehingga pemilik mengeluhkan pemberian nutrisi dan pemberian pH. Untuk kebutuhan air dari tandon dialirkan ke media kolam maupun wadah yang dimana kemudian nutrisi dituangkan ke dalam media apung. Selain itu, kebutuhan penggunaan daya listrik rumahan dianggap kurang efisien terhadap alat pengontrol pertumbuhan tanaman. Saat ini sumber daya listrik yang digunakan pada kebun masih menggunakan dari PLN dimana memakan biaya yang mengakibatkan keuntungan hasil panen berkurang. Berdasarkan kondisi yang ada, maka perlu dilakukan implementasi teknologi (Sayekti dkk, 2022). Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk memberikan pelatihan dan pendampingan penerapan sistem hidroponik berbasis energi surya dengan kontrol lingkungan terintegrasi. Diharapkan program ini mampu meningkatkan efisiensi budidaya, mengurangi biaya operasional, serta menjadi model pertanian urban berkelanjutan.

METODE PELAKSANAAN

Waktu dan tempat

Kegiatan pengabdian ini dilakukan dari bulan April – Oktober 2024 berlokasi di Bengkel Elektronika Politeknik Negeri Semarang dan Nurus Sunnah Farm, Kelurahan Bulusan Kec. Tembalang, Kota Semarang, dengan jumlah peserta 20 orang.

Prosedur Pelaksanaan

Kegiatan ini berfokus pada masyarakat, dalam hal ini adalah Nurus Sunnah Farm sebagai mitra pengabdian. Mitra berperan dalam memberitahukan tata cara pemeliharaan tanaman hidroponik yang baik dan benar secara manual serta memberikan masukan permasalahan yang ada dalam proses pemeliharaan tersebut sehingga menjadi pengetahuan dan acuan dalam pembuatan implementasi teknologi yang sesuai dengan kebutuhan mitra. Metode yang diterapkan meliputi beberapa tahapan agar sesuai dengan tujuan kegiatan.

Metode pelaksanaan tersebut adalah:

1. Survei lokasi/Inventarisasi permasalahan/Sosialisasi teknologi
Survei lokasi dilakukan untuk mengetahui kondisi sesungguhnya pemeliharaan tanaman hidroponik dan permasalahan teknologi yang dimiliki oleh mitra yaitu Nurussunah Farm di Kelurahan Dulusan, kecamatan Tembalang, Kota Semarang.
2. Perancangan & pembuatan sistem serta melakukan percobaan di laboratorium Tahap ini dilakukan untuk menganalisis kebutuhan komponen yang akan digunakan dalam membuat inovasi teknologi *smart greenhouse* hidroponik tanaman selada keriting berbasis *internet of things (IoT)* menggunakan energi baru terbarukan (EBT) yang akan diterapkan di Nurus Sunnah Farm. Perancangan dan pembuatan dilakukan di lingkungan Bengkel Elektronika Politeknik Negeri Semarang

3. Instalasi Sistem dan pengujian di lokasi

Tahap ini merupakan proses pemasangan hasil rancangan inovasi teknologi *smart greenhouse* hidroponik tanaman selada keriting berbasis *internet of things (IoT)* menggunakan energi baru terbarukan (EBT) dan diuji untuk melihat keberhasilan alat di Nurus Sunnah Farm, Bulusan, Kec. Tembalang, Kota Semarang.

4. Pelatihan dan pendampingan penggunaan Implementasi Teknologi

Tahap ini berisi sosialisasi manfaat penerapan inovasi teknologi *smart greenhouse* hidroponik tanaman selada keriting berbasis *internet of things (IoT)* menggunakan energi baru terbarukan (EBT). Selain itu tim pengabdian memberikan pelatihan tata cara penggunaan alat serta mendampingi mitra untuk dapat memelihara dan memanfaatkan alat maupun *website* pemantauan serta pengendalian tanaman hidroponik untuk jangka panjang.

5. Evaluasi hasil pelaksanaan dan keberlanjutan

Mengukur sampai seberapa jauh mitra mampu menyerap materi yang diberikan selama pelatihan dan pendampingan. Setelah dilakukan evaluasi jika diperlukan akan ada pelatihan dan pendampingan tambahan sebagai keberlanjutan dari hasil evaluasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Penerapan teknologi *Smart Greenhouse* hidroponik tanaman selada keriting berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan memanfaatkan energi baru terbarukan (EBT) telah dilaksanakan di Nurus Sunnah Farm, Bulusan, Kecamatan Tembalang, Kota Semarang. Proses implementasi mencakup pemasangan box panel hidroponik apung dan panel surya sebagai sumber daya utama sistem (Gambar 1)



(a)

(b)

Gambar 1. Pemasangan (a) Box Panel Hidroponik Apung dan (b) Panel Surya

Prototipe ini berfungsi untuk memantau suhu, kelembaban, pH air, dan kepekatan nutrisi, sekaligus mengontrol *peristaltic pump* secara otomatis. Sistem ini dirancang untuk membantu petani dalam mengelola kebun sehingga kondisi pertumbuhan tanaman dapat optimal, yang pada akhirnya berdampak pada peningkatan kualitas dan kuantitas hasil panen.

Alat dilengkapi dengan tiga jenis sensor utama, yaitu:

1. Sensor pH SKU SEN0161 – mendeteksi tingkat keasaman air.
2. Sensor TDS SEN0244 – mengukur kepekatan larutan nutrisi.
3. Sensor SHT20 – memantau suhu dan kelembaban lingkungan.

Selain itu, sistem menggunakan RTC (*Real Time Clock*) untuk penjadwalan notifikasi, dengan prosesor utama NodeMCU ESP32 yang terhubung ke internet (Wi-Fi). Protokol komunikasi MQTT digunakan untuk mengirim data dari ESP32 ke Website IO Adafruit. Komunikasi antara Arduino Nano dengan ESP32 Apung memanfaatkan koneksi UART. Data yang terkumpul dikirim secara real time dan dapat diakses melalui smartphone menggunakan aplikasi MQTTAlert. Tampilan pemantauan dan pengendalian sistem melalui website ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan *website* pemantauan dan pengendalian *smart greenhouse*

Fitur otomatisasi ini memungkinkan pengaturan nutrisi dan pengendalian pH dilakukan secara otomatis sesuai kebutuhan spesifik tanaman. Kemampuan pemantauan jarak jauh memberi kemudahan bagi petani untuk melakukan pengecekan kondisi kebun kapan saja dan dari mana saja. Dengan memanfaatkan energi surya sebagai sumber daya utama, sistem ini juga mengurangi ketergantungan terhadap listrik PLN, sehingga lebih hemat dan ramah lingkungan.



Gambar 3. Kegiatan Pelatihan dan Pendampingan di Nurus Sunnah Farm

Secara keseluruhan hasil kegiatan dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Ringkasan hasil kegiatan

Tahap Kegiatan	Kegiatan yang Dilakukan	Hasil yang Dicapai
Sosialisasi	Pengenalan konsep IoT dan manfaatnya pada budidaya tanaman obat keluarga	Peserta memahami fungsi sensor kelembaban tanah, kontrol pompa air otomatis, dan aplikasi monitoring
Pelatihan	Praktik perakitan dan instalasi perangkat, pengaturan sistem penyiraman otomatis, serta penggunaan aplikasi	Peserta mampu merakit, menginstal, dan mengoperasikan perangkat IoT secara mandiri
Pendampingan Teknis	Bimbingan pemeliharaan sistem, <i>troubleshooting</i> , dan optimasi penggunaan teknologi	Peserta dapat memelihara sistem dengan baik dan mengatasi masalah teknis yang muncul
Hasil Penerapan Teknologi	Monitoring kelembaban tanah, penyiraman otomatis berbasis data sensor	Penyiraman menjadi lebih efisien, kelembaban tanah terjaga, dan pertumbuhan tanaman obat keluarga meningkat

PEMBAHASAN

Perkembangan teknologi pertanian berbasis *Internet of Things* (IoT) telah memberikan peluang baru bagi petani untuk memantau dan mengendalikan proses budidaya secara real time. Pemanfaatan teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi kerja, tetapi juga membantu memastikan kualitas hasil pertanian yang optimal melalui pengambilan keputusan berbasis data (Putra et al., 2021). Salah satu penerapan penting dari teknologi IoT adalah dalam sistem hidroponik, di mana pemantauan parameter lingkungan seperti pH dan Total Dissolved Solids (TDS) menjadi faktor krusial dalam mendukung pertumbuhan tanaman (Syahputra & Prawira, 2024).

Proses pelatihan ini dirancang untuk memberikan pemahaman yang komprehensif kepada mitra mengenai cara mengoperasikan alat berbasis IoT, serta memanfaatkan website terintegrasi untuk memantau dan mengendalikan alat dari jarak jauh. Pelatihan ini tidak hanya menekankan pada aspek teknis, tetapi juga pada penguatan keterampilan analisis data, sehingga petani mampu merespons perubahan kondisi tanaman secara cepat dan tepat. Hasil pengujian sensor pada prototipe menunjukkan bahwa tingkat kesalahan pembacaan pH sebesar 0,0231 dan sensor TDS yang mengukur nutrisi memiliki tingkat kesalahan sebesar 0,0116. Nilai kesalahan yang sangat rendah ini mengindikasikan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang tinggi, sehingga mampu menyajikan data yang dapat diandalkan untuk mendukung pengambilan keputusan dalam perawatan tanaman selada keriting. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa penggunaan sensor berkualitas tinggi dalam sistem hidroponik dapat meningkatkan efisiensi pemberian nutrisi sekaligus memaksimalkan produktivitas tanaman (Haq, dkk., 2025; Herdhiansyah, dkk., 2025; Nugraha & Novantara, 2025).

Dengan adanya pelatihan dan penerapan teknologi ini, diharapkan petani tidak hanya mampu mengoperasikan perangkat dengan baik, tetapi juga dapat mengintegrasikan hasil pemantauan ke dalam strategi pengelolaan tanaman yang lebih presisi. Hal ini akan mendorong terwujudnya pertanian modern yang produktif, efisien, dan berkelanjutan, terutama di era pertanian cerdas (*smart farming*) yang semakin berkembang pesat (Rachmawati, 2020; Gusya, dkk., 2024; Rizal, dkk., 2024).

SIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang meliputi penerapan inovasi teknologi, pelatihan, dan pendampingan penggunaan smart greenhouse hidroponik tanaman selada keriting berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan dukungan energi baru terbarukan (EBT) telah berhasil dilaksanakan. Program ini memberikan manfaat nyata bagi petani/pengelola Greenhouse Nurus Sunnah Farm dengan mempermudah proses pemantauan dan pengendalian parameter penting pada sistem hidroponik, seperti suhu, pH, dan nutrisi, secara lebih efektif dan efisien. Penerapan teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas pertanian sekaligus mengurangi beban biaya energi melalui pemanfaatan sumber energi terbarukan. Dengan demikian, prototipe yang dikembangkan dapat menjadi solusi inovatif untuk mendukung pertanian berkelanjutan di era digital.

PERNYATAAN PENULIS

Dengan ini kami menyatakan bahwa naskah artikel ini tidak pernah dipublish pada jurnal lain selain jurnal ABSYARA.

DAFTAR PUSTAKA

- Fathurrahman, I., Saiful, M., & Samsu, L. M. (2021). Penerapan Sistem Monitoring Hidroponik berbasis Internet of Things (IoT). *ABSYARA: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 2(2), 283–290. <https://doi.org/10.29408/ab.v2i2.4219>
- Gusya, I. M., Rozaki, Z., Wulandari, R., & Amanah, C. W. (2024). Peran Generasi Muda Dalam Mendorong Pertanian Berkelanjutan: The Role of the Young Generation in Promoting Sustainable Agriculture. In *Proceedings of Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Graduate Conference* (Vol. 3, No. 2, pp. 170-177).
- Haq, M. S. N., Azizah, M. N., Alawiyah, Z. Z. L., Fitriyani, W. N., Tulloh, S. H., & Astuti, Y. S. (2025). Optimalisasi Hidroponik Berbasis IoT untuk Pertanian Berkelanjutan di Desa Wanasigra Sindangkasih Ciamis. *Jurnal Penelitian UPR*, 5(1), 1-11.
- Herdhiansyah, D., Asriani, A., & Aksara, L. F. (2025). Implementasi IoT Untuk Optimasi Budidaya Tanaman Hidroponik Pada UKM Rumah Bali Hidroponik Untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi. *Jurnal Abdi Insani*, 12(6), 2575-2587.
- Hidayati, N., dkk. (2023). Monitoring dan Kontrol Kelembaban Tanah Menggunakan IoT untuk Optimalisasi Pertanian di Lombok Timur. *Jurnal Aplikasi dan Basis Data*, 4(1), 25-33. <https://doi.org/10.29408/jabd.v4i1.5616>

- Izzany, N. A., Radinka, S., Ramadhan, N. Z. T., Nauli, G., Vergina, C. M., & Ketaren, D. Y. B. (2023). Peran mahasiswa dalam menjaga dan membudidayakan tanaman hidroponik di Jurusan PKK. *Indonesian Journal of Conservation*, 12(1), 24-32
- Nugraha, N., & Novantara, P. (2025). Sistem Pengontrolan Nutrisi Hidroponik untuk Tanaman Mentimun Berbasis Logika Fuzzy dan IoT. *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, 30(1), 9-19.
- Octavia, D., Utama, A., Tampoy, D., & Rohmana, R. C. (2023). Studi Potensi Plts Atap Di Makassar Untuk Meningkatkan Penggunaan Energi Terbarukan Dan Mengurangi Emisi Karbon. *Petro: Jurnal Ilmiah Teknik Perminyakan*, 12(4), 233-246.
- Rachmawati, R. R. (2020). Smart Farming 4.0 untuk mewujudkan pertanian Indonesia maju, mandiri, dan modern. In *Forum Penelitian Agro Ekonomi* (Vol. 38, No. 2, pp. 137-154).
- Rizal, F. J., Rahman, M. A., Maulana, A. A., & Setiowati, Y. (2024, July). Implementasi Smart Farming Dalam Mendukung Pertanian Berkelanjutan. In *Seminar Nasional Agribisnis* (Vol. 1, No. 2, pp. 120-126).
- Sayekti, I., Supriyo, B., Kusumastuti, S., Krishna, B., Kartika, V. S., Utomo, K., Dadi, D., Beta, S., Pramuji, T., & Aji, A. F. (2022). Pendampingan penerapan teknologi sistem monitoring dan penyiraman berbasis IoT pada budidaya tanaman obat keluarga. *ABSYARA: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 3(1).
<https://doi.org/10.29408/ab.v3i1.5616>
- Syaputra, A., & Prawira, N. S. (2024). Implementasi Teknologi IoT dalam Sistem Akuaponik dan Akuakultur Modern untuk Optimasi Pertumbuhan Ikan Lele. *ILKOMNIKA*, 6(3), 383-392.
- Tama, A. W., & Suprihati, S. (2020). Perakitan Pupuk Alternatif untuk Budidaya Sawi Pakcoy (*Brassica rapa* subsp. *chinensis*) dengan Sistem Hidroponik Rakit Apung. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 9(3), 163-170.