

PEMANFAATAN TEKNOLOGI EMBEDDED SYSTEM DIBIDANG PERTANIAN BERBASIS SENSOR

Ricki Ananda^{1*}, Muhammad Amin¹, Iin Almeina Lubis¹

¹Sistem Komputer, Universitas Royal
*email: *anandaricki@yahoo.co.id*

Abstract: This study aims to improve the growth of Pakcoy (*Brassica rapa* L.) plants through environmental monitoring and control using a pH sensor, LM35 temperature sensor, and air humidity sensor within a hydroponic planting system. The methodology involves designing an automatic monitoring system based on a microcontroller integrated with the three sensors. The pH sensor monitors the acidity level of the nutrient solution, the LM35 measures ambient temperature, and the humidity sensor records the relative air humidity around the plants. Data were collected periodically and analyzed in relation to plant growth parameters such as height, number of leaves, and leaf color over a 30-day cultivation period. The results show that the sensor-based monitoring system successfully maintained environmental parameters within optimal ranges, positively impacting Pakcoy plant growth, with an average height increase of 18% compared to a system without automatic control. The study concludes that the integrated use of pH, LM35, and humidity sensors in a hydroponic system significantly enhances cultivation efficiency and plant growth quality.

Keywords: Hydroponics; Pakcoy; pH Sensor; LM35; Air Humidity; Microcontroller;

Abstrak: Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) melalui pengawasan dan pengendalian lingkungan tumbuh berbasis sensor pH, sensor suhu LM35, dan sensor kelembaban udara dalam sistem penanaman hidroponik. Metodologi yang digunakan meliputi perancangan sistem monitoring otomatis berbasis mikrokontroler yang terintegrasi dengan ketiga sensor tersebut. Sensor pH digunakan untuk memantau keasaman larutan nutrisi, LM35 untuk mengukur suhu lingkungan, dan sensor kelembaban udara untuk mencatat kadar kelembaban relatif di sekitar tanaman. Data dikumpulkan secara berkala dan dianalisis terhadap parameter pertumbuhan tanaman seperti tinggi, jumlah daun, dan warna daun selama masa tanam 30 hari. Hasil Pengabdian menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis sensor mampu menjaga parameter lingkungan dalam batas optimal, yang berdampak positif terhadap pertumbuhan tanaman Pakcoy, dengan peningkatan rata-rata tinggi tanaman sebesar 18% dibandingkan sistem tanpa kontrol otomatis. Simpulan dari Pengabdian ini adalah bahwa penggunaan sensor pH, LM35, dan kelembaban udara secara terintegrasi dalam sistem hidroponik mampu meningkatkan efisiensi budidaya dan kualitas pertumbuhan tanaman secara signifikan.

Kata kunci: Hidroponik; Pakcoy; Sensor pH; LM35; Kelembaban Udara; Mikrokontroler;

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di bidang pertanian telah mengalami kemajuan signifikan, terutama dalam adopsi sistem tanam modern seperti hidroponik. Sistem ini menawarkan solusi pertanian berkela-

njutan dengan efisiensi tinggi dalam penggunaan air dan lahan, serta tidak memerlukan area tanam yang luas (Informatika, 2021). Namun demikian, hidroponik sangat bergantung pada pengaturan lingkungan yang presisi, seperti suhu, kelembaban, pH larutan nutrisi,

dan intensitas cahaya. Ketergantungan terhadap pemantauan manual atas variabel-variabel tersebut sering kali menjadi hambatan dalam menjaga stabilitas pertumbuhan tanaman (Rahman et al., 2022).

Teknologi embedded system menjadi salah satu solusi yang menjanjikan dalam meningkatkan efisiensi sistem hidroponik melalui otomatisasi dan pemantauan real-time. Penggunaan mikrokontroler seperti Arduino atau ESP32 yang dikombinasikan dengan sensor lingkungan dapat mempermudah pengelolaan hidroponik secara otomatis dan akurat (Budijanto et al., 2015). Meskipun demikian, pemanfaatan teknologi ini masih belum merata, terutama di kawasan pertanian berbasis wisata edukatif (Haripuddin et al., 2023).

Salah satu contohnya adalah Agro Wisata Hessa Air Genting yang berlokasi di Kabupaten Asahan, Sumatera Utara. Sebagai kawasan wisata edukasi pertanian, tempat ini telah menerapkan sistem hidroponik skala kecil hingga menengah. Namun, pengelolaan sistem tersebut masih dilakukan secara manual, yang berdampak pada rendahnya efisiensi produksi dan keterbatasan nilai edukatif bagi pengunjung (Setiawan et al., 2020). Di sisi lain, sumber daya manusia di lokasi tersebut menunjukkan antusiasme tinggi terhadap inovasi teknologi, meskipun masih terbatas dalam keterampilan teknis untuk merancang dan mengimplementasikan sistem otomatisasi (Waluyo et al., 2021).

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan pengembangan sistem otomatisasi berbasis embedded system yang dapat membantu pengelola dalam memantau dan mengontrol variabel penting pada sistem hidroponik. Selain itu, integrasi sistem ini ke dalam modul edukasi akan memperkaya materi pembelajaran bagi pengunjung, sekaligus menjadi langkah

strategis dalam meningkatkan kapasitas teknologi pertanian masyarakat lokal

METODE

Kegiatan Pengabdian ini menggunakan pendekatan research and development (R&D) dengan tujuan merancang, mengimplementasikan, dan menguji sistem otomatisasi berbasis embedded system untuk mendukung efisiensi pengelolaan hidroponik. Tahapan penelitian dirancang secara sistematis, mencakup identifikasi kebutuhan, perancangan sistem, implementasi perangkat, dan evaluasi kinerja sistem.

1. Metode Pengumpulan Data

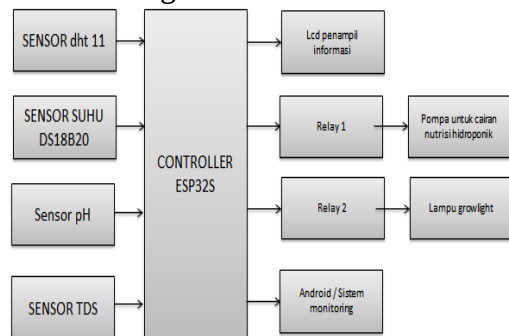
Sistem pengelolaan hidroponik yang diterapkan masih bersifat konvensional. Pemantauan suhu, kelembaban udara, serta kondisi larutan nutrisi (pH dan TDS) dilakukan secara manual, tanpa bantuan sensor digital maupun sistem kendali otomatis. Proses penyiraman dan pengisian ulang larutan juga masih bergantung pada pengamatan visual dan inisiatif operator di lapangan.

Jenis sistem yang digunakan adalah hidroponik apung, di mana tanaman diletakkan pada media tanam yang mengapung di atas permukaan larutan nutrisi. Sistem ini cukup sederhana dan cocok untuk area terbuka, namun masih memiliki keterbatasan dalam hal pengaturan sirkulasi dan oksigenasi larutan, terutama jika tidak didukung oleh sistem monitoring otomatis yang terintegrasi.

Pengukuran pH larutan nutrisi dan TDS (Total Dissolved Solids) masih menggunakan alat ukur manual seperti pH meter genggam dan TDS meter digital portabel. Pengukuran dilakukan secara berkala dengan frekuensi yang

tidak konsisten, tergantung pada keterse-
 diaan tenaga kerja. Hal ini berpotensi
 menyebabkan larutan berada di luar batas
 optimal dalam waktu tertentu tanpa
 diketahui, sehingga memengaruhi kualit-
 as pertumbuhan tanaman hidroponik.

2. Perancangan Sistem



Gambar 1. Diagram rancangan alat

Gambar 1. menunjukkan diagram blok sistem kontrol otomatis hidroponik berbasis ESP32S. Sistem ini terdiri dari beberapa sensor utama, yaitu sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembaban udara, sensor DS18B20 untuk mengukur suhu larutan nutrisi, sensor pH untuk memantau tingkat keasaman air, dan sensor TDS untuk mengukur kandungan nutrisi (Total Dissolved Solids). Seluruh data dari sensor dikirim ke mikrokontroler ESP32S sebagai pusat pengolahan informasi (Komputer & Royal, 2025). Data tersebut ditampilkan pada LCD untuk informasi pengguna serta dikirim ke sistem monitoring berbasis Android. Berdasarkan data suhu air dan parameter lainnya, ESP32S mengendalikan dua buah relay: relay pertama mengaktifkan pompa untuk menyalurkan cairan nutrisi hidroponik, sedangkan relay kedua mengendalikan lampu growlight guna mendukung fotosintesis tanaman secara otomatis (Ananda et al., 2024).

3. Implementasi konversi rumus dari tegangan ke bentuk satuan sensor

Sensor suhu DHT 11 (membaca suhu dan kelembaban)

Kelembaban :

$$RH = RH_int + RH_dec / 10 \quad (1)$$

Contoh :

Byte 1 = 55 (RH_int)

Byte 2 = 0 (RH_dec)

$$RH = 55 + 0/10 = 55\% RH$$

Suhu :

$$T = T_int + T_dec / 10 \quad (2)$$

Contoh :

Byte 3 = 27 (T_int)

Byte 4 = 0 (T_dec)

$$T = 27 + 0/10 = 27^{\circ}C \text{ (Rangan et al., 2020).}$$

Sensor pH air

Datasheet :

Tegangan kerja: 5V DC

Output: Analog (0–5V)

Rentang pH: 0 – 14

Akurasi: ± 0.1 pH (tergantung kalibrasi)

Keluaran tegangan: $0V \approx$ pH rendah, $2.5V \approx$ pH 7, $5V \approx$ pH tinggi (sekitar 14)

Komponen: Probe pH + modul penguat + pot kalibrasi

$$pH = 7 + ((2.5 - V_{out}) / 0.18) \quad (3)$$

Keterangan:

V_{out} = Tegangan keluar dari pin analog (0–5V)

0.18 = volt per pH (rata-rata sensitivitas dari modul, bisa bervariasi) (Hariyadi1, Mahyessie Kamil2, 2020).

Sensor TDS (Total Dissolved Solids)

Datasheet :

$V_{kerja} = 3.3 - 5.5$ VDC

$V_{keluaran} = 0 - 5$ V (analog)

Rentang TDS = 0 – 1000 ppm (ideal < 700 ppm)

Suhu operasi = 0 – 40 °C

Kalibrasi = Manual atau software (dengan larutan standar)

Kompatibel controller = Arduino, ESP32, ESP8266, STM32, dan lainnya

$$Q = \frac{4.5L}{30s} = 0.15L / S$$

atau

$$Q = 0.15 \times 60 = 9 \text{ liter permenit (LPM) (Amin \& Ananda, 2023).}$$

PEMBAHASAN

Konversi ADC Ketegangan

$$V = \frac{ADC}{1023} \times 5.0 = \frac{512}{1023} \times 5.0 = 2.5v \quad (4)$$

Hitungan Polinomial TDS :

$$TDS = (133.42 \times 2.5^3 - 255.86 \times 2.5^2 + 857.39 \times 2.5) \times 0.5 \quad (5)$$

$$TDS = (133.42 \cdot 2.5^3 - 255.86 \cdot 2.5^2 + 857.39 \cdot 2.5) \cdot 0.5$$

$$2.5^3 = 15.625$$

$$2.5^2 = 6.25$$

$$TDS = (133.42 \times 15.625 - 255.86 \times 6.25 + 857.39 \times 2.5) \times 0.5$$

$$TDS = (2086.56 - 1599.13 + 2143.475) \times 0.5$$

$$TDS = (2630.91) \times 0.5 = 1315.45 \text{ ppm} \quad (\text{Saputra, 2024})$$

Debit air yang dihasilkan pompa

$$Q = \frac{V}{T} \quad (6)$$

Keterangan:

Q = Debit air (liter/detik atau L/s)

V = Volume air yang mengalir (liter)

t = Waktu aliran (detik)

Misalnya kamu menampung air yang keluar dari sistem hidroponik selama 30 detik, dan volume air yang tertampung adalah 4,5 liter.

Contoh

Pemanfaatan teknologi embed ded system dalam bidang pertanian, khususnya pada sistem hidroponik, memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan secara real-time dan presisi melalui integrasi berbagai sensor seperti DHT11 (suhu dan kelembapan udara), DS18B20 (suhu air), serta sensor pH dan TDS (Total Dissolved Solids) untuk mengukur kualitas nutrisi larutan. Hasil pengujian sensor-sensor ini memberikan data akurat yang digunakan untuk mengatur otomatisasi sistem seperti pompa nutrisi, kipas pendingin, dan pencahayaan grow light, sehingga pertumbuhan tanaman dapat dioptimalkan secara efisien dan berkelanjutan.

Berdasarkan tabel pengujian sensor DHT11 pada sistem hidroponik, dapat disimpulkan bahwa suhu dan kelembapan udara di sekitar tanaman mengalami fluktuasi yang signifikan tergantung waktu dan kondisi lingkungan, terutama saat lampu grow light diaktifkan. Suhu cenderung meningkat pada siang hari, sedangkan kelembapan menurun, menunjukkan bahwa pencahayaan buatan memengaruhi iklim mikro di sekitar tanaman. Data ini menunjukkan pentingnya pemantauan terus-menerus untuk menjaga stabilitas lingkungan tumbuh, sehingga sistem kontrol otomatis berbasis embedded system menjadi solusi efektif dalam budidaya hidroponik yang optimal.

Tabel 1. Pengujian Sensor DHT-11 pada tanaman hidroponik

No	Tanggal	Waktu	Suhu Udara (°C)	Kelembapan (%)	Kondisi Lingkungan	Keterangan
1	21 Juni 2025	08.00	26.5	78	Pagi, belum dinyalakan grow light	Kondisi normal, lembab
2	21 Juni 2025	12.00	30.2	65	Siang, grow light aktif	Suhu naik, lembap berkurang
3	21 Juni 2025	16.00	29.1	68	Sore, sirkulasi udara terbuka	Stabil, aman untuk tanaman
4	22 Juni 2025	08.00	25.8	80	Pagi, grow light mati	Kondisi sejuk, lembap
5	22 Juni 2025	13.00	31.0	62	Siang, grow light menyala	Perlu pendingin tambahan
6	22 Juni 2025	17.00	27.5	70	Sore, grow light dimatikan	Normal kembali

Tabel 2. Pengujian Sensor pH pada tanaman hidroponik

No	Tanggal	Waktu	pH Terukur	Rentang Ideal (6.0–6.5)	Tindakan Koreksi	Keterangan
1	21 Juni 2025	08.00	5.7	Di bawah	Penambahan larutan pH up	pH terlalu asam
2	21 Juni 2025	12.00	6.2	Ideal	Tidak ada	Larutan stabil
3	21 Juni 2025	17.00	6.0	Ideal	Tidak ada	Sesuai standar hidroponik
4	22 Juni 2025	08.00	5.8	Sedikit di bawah	Penambahan larutan pH up	Koreksi ringan diperlukan
5	22 Juni 2025	13.00	6.4	Ideal	Tidak ada	Larutan optimal untuk penyerapan
6	22 Juni 2025	17.00	6.1	Ideal	Tidak ada	Tidak perlu tindakan

Pengujian sensor pH menunjukkan bahwa nilai pH larutan hidroponik cenderung mengalami penurunan pada pagi hari, kemungkinan akibat aktivitas akar dan sirkulasi air yang tidak stabil di malam hari. Namun, setelah koreksi menggunakan larutan pH up, nilai pH dapat dijaga dalam rentang

ideal 6.0–6.5, yang penting untuk mendukung penyerapan nutrisi secara maksimal oleh tanaman pokcai. Sensor pH terbukti efektif untuk monitoring dan mendukung otomatisasi sistem pengaturan pH berbasis embedded system.

Tabel 3. Pengujian Sensor TDS pada tanaman hidroponik.

No	Tanggal	Waktu	Nilai TDS (ppm)	Rentang Ideal (700–1000 ppm)	Tindakan Koreksi	Keterangan
1	21 Juni 2025	08.00	650	Di bawah	Penambahan nutrisi	Konsentrasi nutrisi kurang

2	21 Juni 2025	12.00	950	Ideal	Tidak ada	Larutan nutrisi optimal
3	21 Juni 2025	17.00	980	Ideal	Tidak ada	Stabil menjelang sore
4	22 Juni 2025	08.00	710	Batas bawah ideal	Penyesuaian rirngan	Penurunan alami oleh penyerapan akar
5	22 Juni 2025	13.00	1020	Sedikit di atas	Pengenceran larutan	Nutrisi terlalu pekat
6	22 Juni 2025	17.00	960	Ideal	Tidak ada	Kembali ke rentang optimal

Pengujian sensor TDS menunjukkan bahwa konsentrasi larutan nutrisi hidroponik mengalami fluktuasi seiring waktu, dipengaruhi oleh penyerapan nutrisi oleh tanaman dan penguapan air. Nilai TDS umumnya menurun pada pagi hari dan meningkat saat siang hari setelah penambahan nutrisi. Koreksi seperti

penambahan larutan nutrisi atau pengenceran diperlukan untuk menjaga nilai TDS dalam rentang ideal 700–1000 ppm. Sensor TDS sangat berguna dalam sistem embedded system untuk mengatur nutrisi secara otomatis guna mendukung pertumbuhan optimal tanaman hidroponik.



(a)



(b)



(c)

Gambar 2. Dokumentasi Tim Pengabdian Masyarakat dilapangan(Agrowisata Hessa Air Genting, Tahun 2025)

Dokumentasi menunjukkan kegiatan pengabdian masyarakat oleh dosen Universitas Royal di Agrowisata Hessa Air Genting tahun 2025. Gambar (a) menampilkan sesi pembelajaran di area hidroponik, sementara gambar (b) dan (c) menunjukkan interaksi tim dengan petani dan pihak agrowisata. Kegiatan ini bertujuan memberikan pelatihan teknologi pertanian modern yang ramah lingkungan, serta memperkuat peran perguruan tinggi dalam mendukung inovasi pertanian di desa secara edukatif dan kolaboratif.

SIMPULAN

Pengembangan sistem tanaman hidroponik berpotensi meningkatkan efisiensi lahan dan air, namun masih terkendala pengelolaan manual. Teknologi embedded system dengan sensor lingkungan dapat menjadi solusi otomatisasi dan pemantauan real-time. Di Agro Wisata Hessa Air Genting, sistem hidroponik masih konvensional sehingga efisiensi dan nilai edukatifnya rendah. Penerapan sistem otomatisasi ini dapat meningkatkan produktivitas sekaligus literasi teknologi pertanian bagi masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M., & Ananda, R. (2023). Penggunaan Sensor Water Level Dan Sirene Alarm Untuk Membaca Ketinggian Air Dengan Menggunakan Teknologi Arduino Nano. *Jurnal Teknisi*, 3(2), 85. <https://doi.org/10.54314/Teknisi.V3i2.1408>
- Ananda, R., Amin, M., Afandi, A. M., & Komputer, S. (2024). *Perancangan Mesin Pemisah Biji Jagung Kering Pada Tongkolnya Dengan Kecerdasan Buatan*. 4(1), 1–5.
- Budijanto, A., Shoim, A., Prodi, J., Elektro, T., & Kartika, W. (2015). Prototipe Modul Pembelajaran Embedded System Berbasis Arduino. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan Iii*, 1–6.
- Haripuddin, Rahman, E. S., Massikki, & Burhan, M. I. (2023). *Smart Home berbasis Iot menggunakan telegram Messenger*. 20(2), 1–6.
- Hariyadi1, Mahyessie Kamil2, P. A. (2020). *Sistem Pengecekan Ph Air Otomatis Menggunakan Sensor Ph Probe Berbasis Arduino Pada Sumur Bor*. 2507(February), 1–9.
- Informatika, M. (2021). *Internet Sehat Dalam Media Komunikasi Dan Pendahuluan Pertumbuhan Pengguna Internet Di Indonesia Meningkatkan Setiap Tahunnya Dan Diantaranya Adalah Remaja Berusia 15-19 Tahun . Layanan Yang Paling Banyak Digunakan Oleh Pengguna Internet Di Indonesia Yaitu*. 4(1), 71–76.
- Komputer, S., & Royal, U. (2025). *Penerapan Artificial Intelligence (Ai) Untuk Proses Fotosintesis Pohon Naga Di Desa Tanjungrapuan*. 8(1), 137–143.
- Morelli, N. (2015). Challenges In Designing And Scaling Up Community Services. *The Design Journal*, 18(2), 269–290. <https://doi.org/10.2752/175630615x14212498964394>
- Rahman, N. A., Umar, M. Z., Putri, R. M. E., & Fevria, R. (2022). Budidaya Hidroponik Tanaman Pakcoy (Brassica Rapa L.) Menggunakan Sistem nutrient Film Technique (Nft). *Prosiding Semnas Bio 2022 Uin Syarif Hidayatullah Jakarta*, 743–750.
- Rangan, A. Y., Amelia Yusnita, & Muhammad Awaludin. (2020). Sistem Monitoring Berbasis Internet Of Things Pada Suhu Dan Kelembaban Udara Di Laboratorium Kimia Xyz. *Jurnal E-Komtek (Elektro-Komputer-Teknik)*, 4(2), 168–183. <https://doi.org/10.37339/E-Komtek.V4i2.404>
- Saputra, A. (2024). *Karakterisasi Sensor Tds Sen-0244 Dan Sensor Ph-4502c Dalam Implementasinya Pada Penanaman Hidroponik*. Xii, 145–150. <https://doi.org/10.21009/03.1201.Fa22>
- Setiawan, D., Eteruddin, H., & Siswati, L. (2020). Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Tanaman Hidroponik. *Jurnal Teknik*, 14(2), 208–215. <https://doi.org/10.31849/Teknik.V14i2.5377>
- Waluyo, M. R., Nurfajriah, Mariati, F. R. I., & Rohman, Q. A. H. (2021). Pemanfaatan Hidroponik Sebagai Sarana Pemanfaatan Lahan Terbatas Bagi Karang Taruna Desa Limo. *Ikraith-Abdimas*, 4(1), 61–64. <https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/ikraith-abdimas/article/download/881/669>