

SISTEM PEMANTAUAN BERBASIS (IoT) UNTUK MENGUKUR KUALITAS PUPUK BIODIGESTER BAGI PETANI SAYURAN

AN IOT-BASED MONITORING SYSTEM FOR ASSESSING BIODIGESTER FERTILIZER QUALITY FOR VEGETABLE FARMERS

Yusran Yusran*, Alex Ferdinal, Anjun Dermawan

Sistem Informasi Universitas Dharma Indonesia, Kab. Dharmasraya

*email: yusrans027@gmail.com

ARTICLE HISTORY : Received [05 November 2025] Revised [29 November 2025] Accepted [14 June 2026]

ABSTRAK

Tujuan: Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memberikan peluang besar dalam peningkatan efisiensi dan akurasi pengelolaan pertanian, khususnya dalam pemanfaatan pupuk biodigester. Penelitian ini mengembangkan sebuah sistem pemantauan berbasis IoT untuk mengukur kualitas pupuk biodigester yang digunakan oleh petani sayuran. **Metodologi:** Penelitian ini menggunakan metode penelitian terapan (*applied research*) dengan pendekatan metode *waterfall*. **Hasil:** Hasil pembacaan dari perangkat kendali Node MCU ini nanti akan dikirim melalui perangkat WiFi sehingga hasilnya nanti dapat di akses secara realtime. **Temuan:** Kondisi dilapangan untuk petani sayur sulit dalam pemahaman kualitas pupuk biodegster yang sesuai, oleh sebab itu petani lebih cenderung menggunakan pupuk yang lebih instant karna lebih mudah dan praktis dimana pupuk pestisida dapat dibeli di toko. **Kebaruan:** Peralatan sistem yang digunakan dan dikembangkan yaitu peralatan sensor yang di desain untuk mendapatkan informasi terkait kualitas pupuk Biodigester yang cocok digunakan sebagai pupuk sayuran, yaitu seperti sensor metana (Sensor MQ-4), Mikrokontroler ESP8266/ESP32, Sensor suhu (DS18B20/DHT22) dan perangkat kendali yang digunakan Node MCU. **Originalitas:** Penelitian ini menggunakan metode Waterfall, tahapannya Rekayasa, desain dan implementasi, uji coba , penerapan dan pemeliharaan. **Kesimpulan:** hasil uji coba pertama prototype alat pengukur ph kotoran sapi sebagai bahan pupuk biodigester diatas dapat di ketahui bahwa sistem pengukur pH kotoran sapi berbasis NodeMCU berhasil dirancang dan berfungsi dengan baik, serta Nilai pH dapat ditampilkan di LCD dan dikirimkan ke *smartphone* secara real-time melalui jaringan WiFi. dan Akurasi pengukuran cukup baik dengan error di bawah 3%.. **Jenis Paper:** Artikel Penelitian Empiris

Kata Kunci: Biodigester; Internet of Things; Sistem; Pemantauan; Waterfall

ABSTRACT

Purpose: The development of Internet of Things (IoT) technology offers significant opportunities for improving the efficiency and accuracy of agricultural management, particularly in the use of biodigester fertilizers. This research develops an IoT-based monitoring system to measure the quality of biodigester fertilizers used by vegetable farmers.. **Methodology:** This research uses an applied research method with a waterfall method approach. **Results :** The reading results from the Node MCU control device will then be sent via a WiFi device so that the results can then be accessed online. **Findings** Conditions in the field for vegetable farmers make it difficult to understand the appropriate quality of biodegster fertilizer, therefore farmers tend to use more instant fertilizer because it is easier



and more practical where pesticide fertilizer can be bought in shops. **Novelty:** The system equipment used and developed is sensor equipment designed to obtain information related to the quality of Biodigester fertilizer that is suitable for use as vegetable fertilizer, namely a methane sensor (MQ-4 Sensor) and a control device used by the MCU Node. **Originality:** This research uses the Waterfall method, the stages are Engineering, design and implementation, testing, application and maintenance. **Conclusion:** The test results of the prototype of the cow manure pH meter as a biodigester fertilizer above show that the NodeMCU-based cow manure pH meter system was successfully designed and functioned well. The pH value can be displayed on the LCD and sent to a smartphone in real time via a WiFi network. The measurement accuracy is quite good with an error below 3%. **Type of Paper:** Empirical Research Articles

Keywords: Biodigester; Internet of Things; System; Monitoring; Waterfall

PENDAHULUAN

Kurangnya pemahaman terhadap kualitas pupuk biodigester sebagai bahan pupuk utama bagi petani sayuran yang ada di sitiung kabupaten Dharmasraya. Era digital saat ini sudah berbagai macam jenis teknologi yang bisa di kembangkan untuk berbagai kegiatan dalam masyarakat, salah satunya untuk teknologi pertanian selain bertujuan meningkatkan hasil pertanian diharapkan bisa menghasilkan jenis sayuran yang sehat tanpa campuran bahan kimia lebih. Penggunaan *Teknologi internet of things* agar mempermudah melakukan control biogas yang dihasilkan (Adiguna, Ismangil, and Harsani 2023) (Nugraha et al. 2024), ini nantinya akan membantu dalam memperoleh data yang akurat dan secara real time untuk memastikan kualitas pupuk. Biodigester merupakan sebuah sistem pengumpulan gas metana, karbondioksida dan gas campuran lainnya yang diperoleh dari hasil penguraian material organik seperti kotoran sapi oleh bakteri yang menyebabkan metanogen pada sebuah biodigester secara anaerob (Ezrafi et al. 2023). Namun permasalahan yang ada dilapangan, petani menganggap membudidayakan sayuran anorganik lebih mudah dan praktis. Pupuk dan pestisida dapat mudah dibeli ditoko ,tampa harus membuat sendiri. Berdasarkan hal itu perlu diberikan pemahaman kepada petani untuk menggunakan bahan pupuk biodigester yang tepat dan sesuai dengan kondisi tanaman dengan menggunakan alat yang dapat dipantau kualitas pupuk alami yang cocok.

Pelaksanaan kegiatan penelitian ini mencakup integrasi *Internet of Things*, menggunakan sensor yang sesuai dengan kondisi. Penelitian ini juga penting untuk menghasilkan produktivitas sayuran yang alami dan sehat, serta memberikan manfaat bagi petani sayuran di sitiung Kabupaten Dharmasraya serta. memberikan solusi dalam meningkatkan hasil petani sayuran yang lebih banyak menggunakan bahan pupuk organik yaitu melalui pengenalan dan penerapan sistem pemantauan menggunakan IoT sebagai

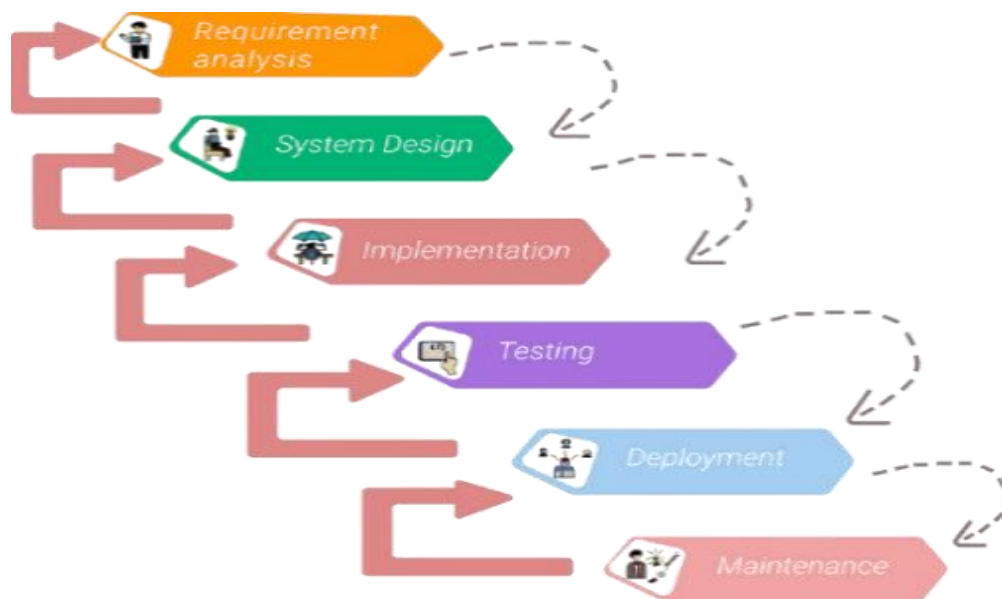
berikut : 1) Penggunaan perangkat teknologi IoT untuk pemantauan kualitas pupuk biodigester yang akan dirancang dan diterapkan dan mendapatkan informasi kualitas pupuk secara real-time dan membangun layanan baru dan aplikasi baru yang menghubungkan dunia fisik dan virtual (Damayanti et al. 2024), 2) Penggunaan alat-alat sensor yang sesuai dengan kebutuhan, yang mana sensor ini nantinya bisa memberikan data yang akurat dan bisa menjadi acuan, 3) Mampu mengidentifikasi kemungkinan nantinya akan muncul kendala-kendala dalam penerapan IoT di lingkungan petani sayuran. Pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) (Rasyid and Taufiq 2022) saat sekarang ini menjadi luas serta dalam perkembangannya teknologi ini juga memberikan kemudahan penggunaanya dalam mengambil Keputusan dalam berbagai bidang pekerjaan. Penelitian ini berbasis *internet of things* (IoT) yang dapat mengirimkan data melalui *web server* (Zulkarnain and Irawan 2024). Perancangan internet of things terdiri dari 3 macam bagian, antara lain: sensor yang digunakan, perangkat kendali, dan perangkat *software monitoring* (Elvian et al. 2022). Penerapan teknologi Internert of Things dalam bidang pertanian dapat dimanfaatkan untuk pengelolaan sumber daya yang dapat di monitor secara langsung melalui website. Berdasarkan dari beberapa hasil penelitian, bahwa penggunaan sistem pemantauan untuk bidang pertanian cerdas memiliki konsep yang sama, diantaranya memiliki internet yang selalu terhubung, pengukuran akurat serta pengelolaan sumber daya yang efektif termasuk pemantauan kondisi produksi, kadar metana, tekanan, dan suhu biodigester (Zhaky, Asyifa, and Supriadi 2025)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dikembangkan dengan diawali pada tahap perancangan dan pembuatan sistem pemantauan berbasis *Internert of Things* (IoT) yang mampu mengumpulkan data kondisi pupuk *biodigester* dan ditampilkan dalam *website* (Sudibyo et al. 2024). Kesulitan yang mungkin di hadapi peneliti dalam pengumpulan dan pengolahan data pupuk ini yaitu dimana variasi bahan baku mempengaruhi komposisi nutrisi kualitas bahan baku yang dihasilkan serta proses fermentasi dalam *biodigester* (Oktafiani et al. 2025)(Saputra et al. 2025) dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti suhu, ph dan kelembapan.

Setelah sistem dibangun ,Langkah selanjutnya adalah melakukan karakterisasi dan uji laboratorium untuk memastikan kinerja sistem sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Tahapan akhir dari penelitian ini nantinya menguji secara keseluruhan agar sistem dapat digunakan olen petani sayur di Sitiung kabupaten Dharmasraya. Penelitian Sistem

Pemantauan *Internet of Things* ini dalam penerapannya dilaksanakan dan dikembangkan dengan metode *waterfall* melalui beberapa tahapan ;



Gambar 1 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

- a. **Requirement Analysis** ; Analisis kebutuhan ini mengumpulkan semua persyaratan yang dibutuhkan agar pupuk *biodigester* yang di olah dapat digunakan dalam pemupukan sayuran. Pada tahap ini dilakukan identifikasi seluruh kebutuhan sistem. Kegiatan utama meliputi: i. Sistem mampu membaca data sensor (pH, suhu, kelembapan, volume, atau kualitas pupuk *biodigester*), ii. NodeMCU/ESP8266 mengirim data ke server/cloud, iii. Sistem menampilkan data pada dashboard (web/mobile).
- b. **System design** : Desain sistem dilakukan dengan memecahnya menjadi sub desain fisik dan desain logis. Pada tahap ini dilakukan perancangan menyeluruh mencakup: Sensor → NodeMCU/ESP8266 → WiFi → Server/Cloud → Dashboard → Pengguna
- c. **Implementation** ; Implementasi melibatkan penyusunan setiap komponen perangkat dan bahan yang telah dipersiapkan, serta penulisan serta pengunggahan kode program ke *source node*. Pada tahap ini seluruh desain diterjemahkan ke dalam program dan rangkaian nyata. : Pemrograman ESP8266 untuk membaca sensor, dan Fitur notifikasi (Telegram)
- d. **Testing**; Fase ini adalah untuk memastikan bahwa produk penelitian bisa memenuhi harapan pengguna. Pengujian dilakukan untuk memastikan sistem bekerja sesuai desain antara lain : Menguji program pada ESP8266, Memastikan data dari sensor benar-benar

masuk ke server dan tampil di dashboard dan Menguji sistem secara keseluruhan pada biodigester.

- e. Maintenance;* Pada fase ini dilakukan pemeliharaan terhadap sistem yang digunakan oleh petani, Setelah sistem berjalan, dilakukan perawatan: Update firmware ESP8266, Pembersihan dan kalibrasi sensor pH secara berkala, dan Perbaikan bug pada dashboard.

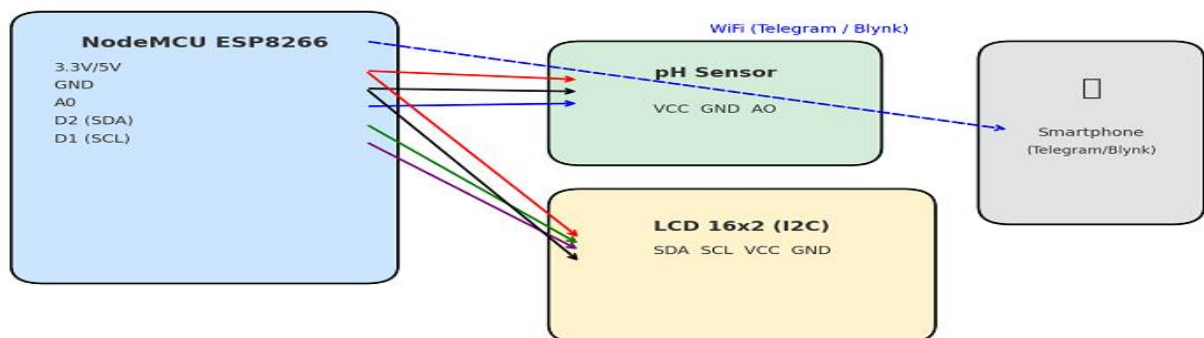
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem pemantauan berbasis IoT ini sangat mendukung kebutuhan data yang akurat dan real-time dan juga diperlukan menguji kualitas pupuk yang akan digunakan, informasi yang akurat dan tepat waktu memungkinkan petani sayuran untuk membuat keputusan yang baik dan dapat menghindari kerugian (Andayani et al. 2024). Dengan Demikian dalam penerapannya sistem pemantauan berbasis IoT ini merupakan salah satu langkah maju dalam teknologi dalam dunia pertanian, efesiensi dan produktivitas. Ini menunjukkan bagaimana integrasi antara teknologi canggih dan kebutuhan sektor pertanian dapat menciptakan solusi yang inovatif dan efektif serta membawa dampak manfaat ekonomi, ekologis dan sosial (Andayani et al. 2024).

Tahapan Analisis

Setelah mengamati serta mengidentifikasi permasalahan pada petani sayuran, dapat disimpulkan bahwa perlu adanya sistem pemantauan cerdas yang bertujuan untuk mengumpulkan, mengolah dan menganalisis data. Data ini akan menjadi infomasi untuk pengambilan keputusan dalam meningkatkan efisiensi dalam penggunaan sumber daya, produktifitas dan keberlanjutan produksi petani sayuran.

Tahapan Desain Produk



Gambar 2. Blok diagram

Keterangan pada alur blok diagram yang didesain adalah sebagai berikut:

1. Breadboard Mb digunakan sebagai papan prototype rangkaian elektronik sementara yang memungkinkan pengguna merangkai dan pengujian komponen elektronik.
2. Mikrokontroler (Asmaleni, Hamdani, and Sakti 2020) (Mohamad Salman Farizi, Somantri, and Yustiana 2022). NodeMCU Amica lua Cp2102 berfungsi untuk mengolah data yang masuk dan mengirimkan kembali hasil pengukuran ke smartphone.
3. LED berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran
4. Analog PH Sensor digunakan untuk mendeteksi kadar pH(Dewi and Bow 2025) kotoran sapi dan akan diteruskan ke mikrokontroller untuk diolah datanya kemudian nanti akan dikirim ke perangkat smartphone.(Anggara et al. 2019)

Pada perancangan ini perangkat teknologi IoT setelah dilakukan perangkaian peralatan makan perangkat sensor pH ini dan digunakan ke kotoran sapi sebagai Objek. Nantinya data dari sensor pH yang di dapat akan diteruskan ke ke NodeMCU.



Gambar 3 Alur sistem pengukur ph kotoran

Keterangan Alur

1. Mulai → Sistem dinyalakan.
2. Inisialisasi Arduino & Sensor pH → Arduino menyiapkan komunikasi dengan sensor

dan modul lain.

3. Kalibrasi Sensor pH → Menggunakan larutan buffer pH 4 dan 7 agar pembacaan akurat.
4. Baca Tegangan Analog → Arduino membaca output analog dari sensor pH.
5. Konversi ke Nilai pH → Tegangan dikonversi menjadi skala pH (0–14).
6. Tampilkan di LCD / Serial Monitor → Hasil pH langsung terlihat pada perangkat keras.
7. Kirim ke Smartphone (Telegram/Blynk) → Data pH dikirim via WiFi agar dapat dipantau di smartphone.

Mikrokontroler adalah papan dan otak, yang mengendalikan semua fungsi dan proses. Esp8266 merupakan mikrokontroler yang kuat dan populer untuk aplikasi IoT (Rasyid and Taufiq 2022) (Hardianto and Kusuma 2019). Modul usb-to-serial ch340g memungkinkan papan untuk berkomunikasi dengan komputer melalui kabel usb. Modul ini berfungsi sebagai konverter usb-to-serial yang memungkinkan pemrograman dan debugging Header pin wemos d1 mini biasanya dilengkapi dengan header pin untuk koneksi eksternal, seperti pin digital, pin analog, dan pin daya. Ini memungkinkan pengguna untuk menghubungkan sensor, aktuator, atau perangkat eksternal lainnya. Komponen pendukung selain itu, papan juga dapat memiliki resistor, kapasitor, dan komponen pendukung lainnya untuk menjaga stabilitas dan kinerja keseluruhan sistem. Led indikator sebagian besar wemos d1 mini dilengkapi dengan led indikator yang memberi tahu pengguna tentang status papan, seperti apakah sedang aktif atau dalam mode tidur. Papan ini biasanya memiliki ukuran yang kecil dan merupakan platform yang populer untuk pengembangan prototipe IoT karena kemampuannya yang kuat dan kemudahan penggunaannya.

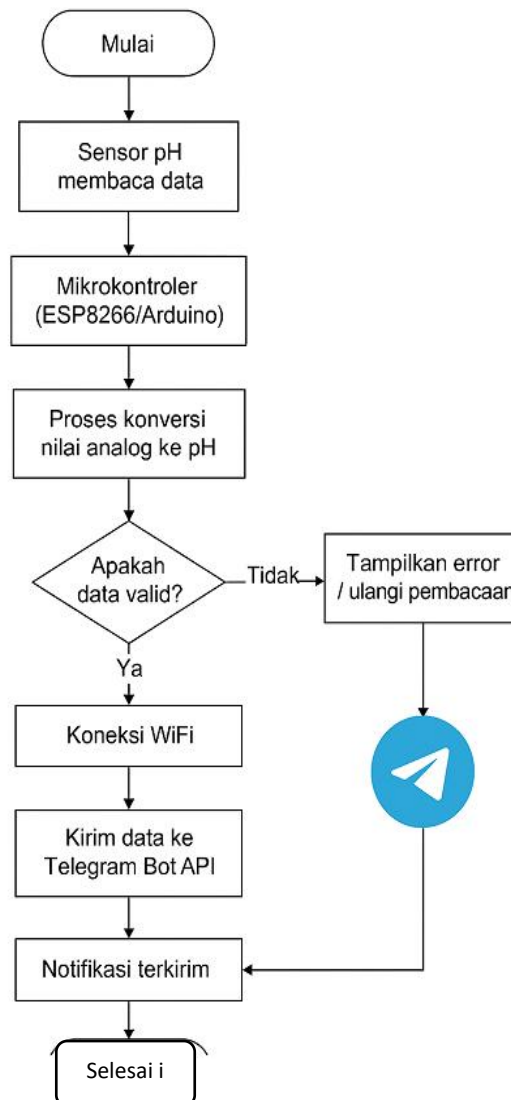
Tahapan dalam penggunaan Alat

Flowchart dapat dilihat pada Gambar 4. Sedangkan keterangan alur sebagai berikut :

1. Sensor pH mendeteksi nilai pH dari kotoran sapi.
2. Mikrokontroler (ESP8266 NodeMCU/Arduino + WiFi) membaca nilai analog dari sensor lalu mengkonversinya ke skala pH.
3. Sistem melakukan validasi data (misalnya pH harus 0–14). Jika tidak valid → ulangi pengukuran.
4. Jika valid → hubungkan ke WiFi.
5. Data dikirim ke Telegram Bot API menggunakan protokol HTTP/HTTPS.
6. Telegram akan meneruskan pesan ke smartphone pengguna berupa notifikasi nilai pH.

7. Proses selesai dan kembali membaca data sensor secara berkala.

Hasil Pengujian dilakukan dengan beberapa sampel kotoran sapi yang diencerkan.



Gambar 4 Flowchart

Pengujian sensor pH kotoran sapi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Pengujian sensor ph Kotoran sapi.

Sampel	Tegangan Sensor (V)	Nilai pH (terukur)	Nilai pH (standar)	Error (%)
1	1.8	6.8	7.0	2.85 %
2	2.2	6.5	6.6	1.51 %

Sampel	Tegangan Sensor (V)	Nilai pH (terukur)	Nilai pH (standar)	Error (%)
3	3.0	7.6	7.8	1.37 %

Hasil menunjukkan bahwa sistem dapat membaca nilai pH dengan akurasi cukup baik ($<3\%$ error) dan data dapat diterima di smartphone secara real-time.



Gambar 5 tampilan hasil cek Ph ke Smartphone

Gambar 5 merupakan penggunaan sistem Internet Of Thing yang terhubung ke Telegram, dalam sistem cek kondisi ph otomatis memberikan kemudahan dan fleksibilitas dalam pengontrolan mekanisme penggunaan pupuk alami.

KESIMPULAN

Pemanfaatan platform komunikasi yang umum digunakan ini, pengguna dapat mengirim perintah secara *real-time* kepada perangkat dari mana saja, asalkan terhubung dengan internet (Terbarukan n.d.)(Abdillah 2021). Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem pemantauan kualitas pupuk biodigester berbasis IoT, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut : Sistem IoT yang dirancang berhasil bekerja dengan baik untuk memantau parameter kualitas pupuk biodigester, yaitu pH secara real-time,

serta Nilai pH dapat ditampilkan di LCD dan dikirimkan ke smartphone secara real-time melalui jaringan WiFi. Dan Akurasi pengukuran cukup baik dengan error di bawah 3%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh hibah penelitian dari Kementerian Pendidikan Tinggi , sains dan Teknologi melalui melalui Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan tahun 2025, serta Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi (LLDIKTI) Wilayah 10. Kami sangat berterima kasih atas dukungan finansial yang diberikan, Terimi kasih untuk tim peneliti dan petani sayur yang telah menyediakan fasilitas uji coba

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, Aditya. 2021. “Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Siswa Baru Dengan Metode Simple Additive Weigthing (Saw) Di Sman 1 Cikakak Kab . Sukabumi.” *SISMAITIK (Seminar nasional Sistem Informasi dan Manajemen Informatika)*: 124–31.
- Adiguna, Gugun, Agus Ismangil, and Prihastuti Harsani. 2023. “PROTOTYPE KONTROL BIOGAS PADA KOTORAN SAPI BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT).” *insturmentasi* 47(1): 55–68.
- Andayani, Sri Ayu, Acep Atma Wijaya, Tri Ferga Prasetyo, Miftah Dieni Sukmasari, Dadan Ramdani Nugraha, Syiffa Safiera Wahono, Taufik Imanulyaqin, Fakultas Pertanian, and Universitas Majalengka. 2024. “Pengintegrasian Teknologi Internet of Things Dalam Optimalisasi Pemupukan Organik Untuk Pertumbuhan Dan Hasil Panen Sacha Inchi.” 35(1): 71–89.
- Anggara, M G, Metode Baru, Zulkarnain Lubis, M Anggara Gultom, and Selly Annisa. 2019. “Metode Baru Menyalakan Lampu Dengan Perintah Suara Berbasis Arduino Uno Menggunakan Smartphone.” *Journal of Electrical Technology* 4(3): 121–25. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/jet/article/view/2066>.
- Asmaleni, Pensi, Dedy Hamdani, and Indra Sakti. 2020. “Pengembangan Sistem Kontrol Kipas Angin Dan Lampu Otomatis Berbasis Saklar Suara Menggunakan Arduino Uno.” *Jurnal Kumbaran Fisika* 3(1): 59–66. doi:10.33369/jkf.3.1.59-66.
- Damayanti, Widya, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Rendy Munadi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Fakultas Teknik Elektro, and Universitas Telkom. 2024. “Implementasi Internet of Things (IoT) Pada Sistem Monitoring Kadar Gas Metana Pada Biodigester.” 11(6): 6407–15.
- Dewi, Tresna, and Yohandri Bow. 2025. “Internet of Things Based Temperature and PH Stabilization Control System in The Pome Biodigester Fermentation Process at PLTBg.” 3(3): 52–60.
- Elvian, Hendrik, Gayuh Prasetya, Rif Amalia, Achmad Fawaidz, Bintang Azisa, Lailatul Fitri, and Muhammad Rizal Jibrin. 2022. “RANCANG BANGUN SMART BIOGAS PLANT MENGGUNAKAN TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS (IOT).” 13(2): 5–12.
- Ezrafi, Atha, Yuli Fitriyani, Mariza Wijayanti, Universitas Gunadarma, Universitas Gunadarma, Teknik Elektro, and Universitas Gunadarma. 2023. “Sistem Monitoring Biodigester Berbasis Arduino Nano.” 2(2): 107–15.
- Hardianto, Roki, and Chandra Kusuma. 2019. “Rancang Bangun Smart Lamp Menggunakan Micro Controller Arduino UNO Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu

- Komputer Universitas Lancang Kuning) 2(Program Studi Sistem Informasi STMIK Dharmapala).” *Jurnal Sistem Informasi* 1(1): 28–37. <https://journal.unilak.ac.id/index.php/zn/article/view/2353>.
- Mohamad Salman Farizi, Somantri Somantri, and Indra Yustiana. 2022. “IMPLEMENTASI SPEECH RECOGNITION PADA SISTEM KENDALI PERANGKAT ELEKTRONIK RUMAH BERBASIS IoT (Internet Of Things) DAN MOBILE APPLICATION.” *ZONasi: Jurnal Sistem Informasi* 4(2): 157–66. doi:10.31849/zn.v4i2.10662.
- Nugraha, Rizky Adi, Yan Herwindo Arita, Muhammad Rifqy, Arya Marendra, and Aan Aria. 2024. “Jurnal Teknologi.” 12(1): 68–78.
- Oktafiani, Fitri, Amirul Mukminin, Iin Darmiyati, Sigit Kusuma Wijaya, Al Mutaqim, and Ferdi Bagus. 2025. “Rancang Bangun Sistem Monitoring IoT Pada Biodigester Limbah Industri Tahu Di Sumber Balikpapan.” 10(1): 657–64.
- Rasyid, Abdul, and Taufiq Taufiq. 2022. “Perancangan Pengontrolan Lampu Berbasis IoT Dengan Google Assistant.” *INFORMATION SYSTEM FOR EDUCATORS AND PROFESSIONALS: Journal of Information System* 6(2): 147. doi:10.51211/isbi.v6i2.1770.
- Saputra, Oki, Fakhrol Irfan Khalil, Ida Ayu Widhiantari, and Mahesa Ayu Harani. 2025. “UJI RESPONSIVITAS SISTEM KONTROL DAN MONITORING TEKANAN GAS PADA BIODIGESTER BERBASIS Iot.” *Prosiding SAINTEK* 7(November 2024): 215–20. doi:10.29303/saintek.v7i1.3436.
- Sudibyo, Heri, Fauzi Tri Yuniko, Ahmad Fadel, Lido Sabda Lesmana, and Raimon Efendi. 2024. “Sistem Monitoring Budidaya Perikanan Berbasis Iot Fish Feeder Sebagai Implementasi Smart Farming.” *JOISIE (Journal Of Information Systems And Informatics Engineering)* 8(2): 236. doi:10.35145/joisie.v8i2.4544.
- Terbarukan, Energi Baru. “Prototipe Smart Farming Berbasis Iot Dengan Memanfaatkan Energi Baru Terbarukan 1.”
- Zhaky, Muhammad, Dinda Asyifa, and Eko Supriadi. 2025. “Prototipe Biodigester Biogas Dengan Sistem Monitoring Berbasis Internet of Things (IoT).”
- Zulkarnain, Muhammad Rifqi, and Denny Irawan. 2024. “Sistem Monitoring Dan Pendeteksi Kebersihan Udara Pada Kandang Peternakan Sapi Berbasis Internet Of Things (IoT).” 17(2): 567–79.



