

Perancangan Alat Pengolahan Sampah Organik Berbasis Internet of Things (IoT) untuk Produksi Gas Metana dan Pupuk Kompos

Jastin^{1*}, Vincen¹, Habib Bahy Husein¹, Bonni Saputra¹, Sabariman², Andik Yulianto²

¹Prodi Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Internasional Batam, Jalan Gajah Mada, Baloi Sei Ladi, Batam, Indonesia

²Prodi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Internasional Batam, Jalan Gajah Mada, Baloi Sei Ladi, Batam, Indonesia

ARTICLE INFO

Keywords:

Internet Of Things, Kompos, Gas Metana, Biogas, Sampah Organik

Received: July 27, 2025

Revised: May 2, 2026

Accepted: June 25, 2026

*Corresponding author:

E-mail: 2332026.jastin@uib.edu (Jastin)

DOI: [10.37253/telcomatics.v1i11.11046](https://doi.org/10.37253/telcomatics.v1i11.11046)

ABSTRACT

This paper presents the design of an Internet of Things (IoT)-based organic waste processing device to produce methane gas and compost. The system uses a large sealed plastic container fitted with a biogas nanometer gauge on the lid and an ESP32 microcontroller for data acquisition. A capacitive soil moisture sensor measures the moisture of decomposed organic material, while an MQ-4 gas sensor monitors methane concentration inside a separate 5-liter plastic storage tank. Organic waste is fermented naturally, and gas is transferred manually through establishing valves while the pressure reaches a described threshold. All sensor information are dispatched to the Blynk cellular software for real-time tracking and visualization. This low-price answer gives a realistic technique to changing family natural waste into renewable power and natural fertilizer.

I. PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah organik menjadi isu lingkungan yang mendesak, baik di daerah perkotaan maupun pedesaan. Pengelolaan sampah telah dilakukan saat ini masih belum optimal, terlihat pada data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional yang menunjukkan masih ada 33,7% sampah yang belum terkelola. Sampah organik yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan berbagai masalah lingkungan seperti pencemaran udara, air, dan tanah. Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional tahun 2023 menunjukkan bahwa sampah organik merupakan jenis sampah yang paling mendominasi yakni sebesar 56% dari total sampah di Indonesia [1].

Produksi biogas dari lumpur limbah juga merupakan hal yang penting, begitu juga dari lumpur pabrik dan kotoran ternak, yang melalui proses pencernaan anaerob (anaerobic digestion) menghasilkan metana. Metana ini dapat diubah menjadi energi bersih yang ramah lingkungan sebagai solusi terhadap masalah pencemaran air dan emisi gas rumah kaca yang semakin meningkat. Proses pencernaan anaerob tersebut dapat dilakukan menggunakan biodigester anaerob, yaitu wadah tertutup khusus, di mana semua tahapan pencernaan anaerob, yaitu hidrolisis, sitogenesis, asidogenesis, dan metanogenesis, dapat berlangsung secara berurutan dalam satu lingkungan tanpa memerlukan tahap terpisah [2].

Salah satu bentuk energi alternatif yang sedang dikembangkan adalah energi yang diperoleh dari bahan organik. Alasan dibalik ini adalah karena senyawa organik tersebut termasuk dalam sumber energi terbarukan. Bahan-

bahan organik ini mudah diperoleh dan memiliki kelanjutan yang terjamin serta yang terpenting mereka juga ramah lingkungan. Inilah faktor utama mengapa keberadaan bahan-bahan organik dipertimbangkan sebagai energi masa depan. Dengan tujuan mewujudkan Teknologi Hijau (Green Technology). Dalam hal ini, gas metana (CH₄) yang digunakan karena memiliki nilai kalor atau panas yang dapat digunakan sebagai bahan bakar [3].

Selain itu, pengomposan merupakan salah satu metode yang dapat diterapkan untuk mengelola sampah organik dengan tujuan mengurangi dan mengubah komposisi sampah menjadi produk yang bermanfaat. Kompos yang berkualitas dihasilkan dari bahan baku yang tepat, pengelolaan proses yang baik, kandungan nutrisi seimbang, dan pencegahan kontaminasi untuk memastikan efektivitas dan keamanan dalam mendukung proses pembuatan kompos organik [4].

Dalam upaya untuk memaksimalkan efisiensi dalam pengoperasian biodigester, diperlukan teknologi yang mampu memantau berbagai parameter penting secara *real-time* [5]. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat monitoring produksi gas metana dan kompos pada pengolahan sampah organik berbasis IoT.

II. KAJIAN PUSTAKA

Berdasarkan pernyataan [6] secara umum, sampah adalah bahan buangan atau sisa yang sudah tidak dipergunakan lagi dan akan menimbulkan gangguan terhadap kesehatan Masyarakat. Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat. Sampah spesifik

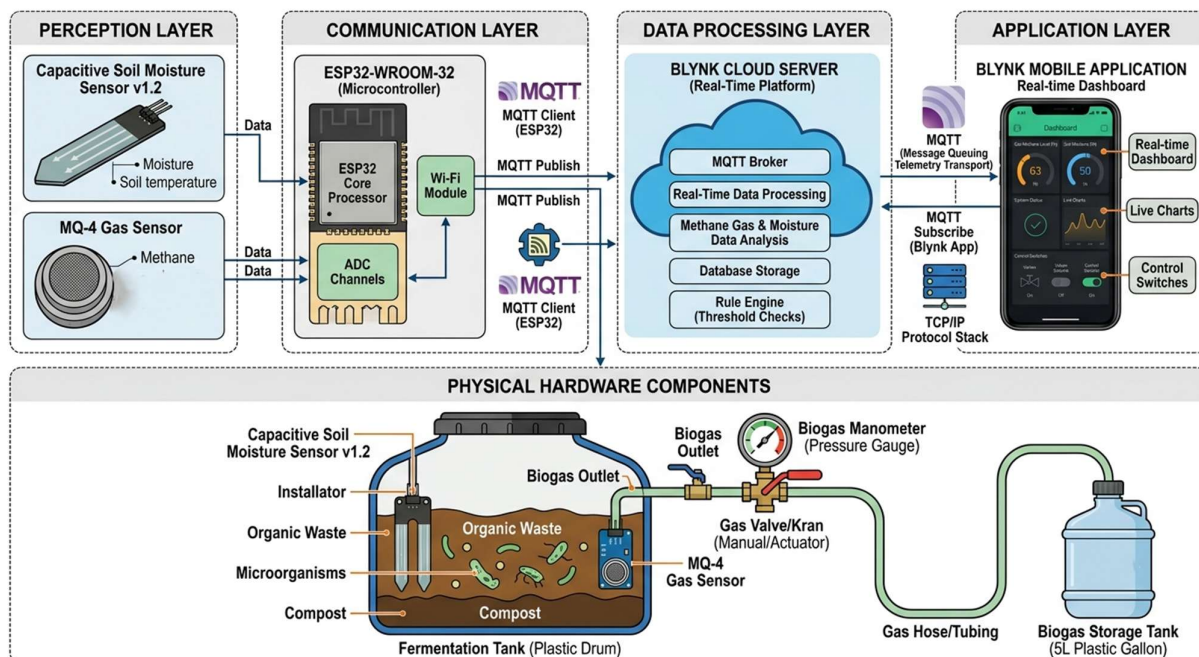
merupakan sampah yang karena sifat, konsentrasi atau volumenya memerlukan pengelolaan khusus (UU No.18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah). Sampah adalah barang atau benda bekas yang tidak dapat dipakai lagi atau berkurang fungsinya yang harus dibuang, diolah, dan dimusnahkan (Peraturan Daerah Kota Bogor Nomor 5 Tahun 2008 Tentang Retribusi Pelayanan Persampahan). Sampah adalah limbah yang bersifat padat terdiri dari bahan organik dan bahan anorganik yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan (SNI 19-454- 2002 Tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan).

Pada penelitian [7], peneliti melaksanakan kegiatan pemberdayaan masyarakat DTPB UGM di RPP Selopamioro dalam bentuk implementasi biodigester untuk mengolah air limbah mocaf secara tepat agar mampu mengatasi permasalahan bau tidak sedap di lingkungan masyarakat. Hasil dari penelitian ini adalah tidak ada lagi keluhan masyarakat di sekitar RPP Selopamioro terhadap permasalahan bau akibat air limbah mocaf. Pengolahan secara *anaerobic digestion* di biodigester juga telah secara tepat mengolah air limbah mocaf dan mengatasi permasalahan lingkungan. Implementasi biodigester mampu mengolah air limbah mocaf dengan persentase penyisihan BOD, COD, TDS, sianida, total amonia masing-masing berkisar 97,47; 96,53; 12,94; 93,75; 97,17%, dan meningkatkan DO hingga 614,29%. Implementasi biodigester juga mampu mengolah air limbah mocaf sekaligus menghasilkan biogas berkisar 0,1 – 0,5 m³ sehingga mendukung perwujudan teknologi pengolahan limbah yang berkelanjutan.

Pada penelitian [8], peneliti melakukan pembuatan biodigester menggunakan kotoran sapi menjadi bahan standar

uji coba. Proses penelitian ini memberitahukan bahwa pembuatan biodigester sebenarnya bisa dilakukan secara sederhana & tanpa memerlukan alat-alat yg rumit. Peneliti hanya memanfaatkan alat dan bahan yang gampang diperoleh pada pasaran. Berdasarkan output pengujian, biogas yang didapatkan menurut biodigester ini mencapai kurang lebih 16 liter per hari. Biogas tadi bisa dimanfaatkan menjadi alternatif untuk pengganti LPG pada aktivitas mengolah sehari-hari seperti memasak. Tetapi demikian, peneliti pula menjelaskan bahwa volume biogas yg didapatkan masih belum mencukupi kebutuhan mengolah buat satu keluarga, yang rata-ratanya memerlukan kurang lebih 646 liter per hari atau setara menggunakan penggunaan selama lebih kurang 90 menit.

Pada penelitian [9], dikarenakan banyaknya jumlah peternak sapi di Indonesia yang umumnya menghasilkan limbah peternakan seperti rumen sapi, Maka peneliti merancang biodigester yang menghasilkan biogas dengan menggunakan limbah sayur kol dengan campuran rumen sapi dan EM4 sebagai uji coba bahan bakunya. Rumen sapi dapat dimanfaatkan sebagai starter produksi energi alternatif biogas, dan limbah sayuran kubis berpotensi dijadikan bahan baku pembuatan biogas, karena mengandung unsur hara seperti protein kasar (PK) 22,47%, lemak kasar (LK) 3,05%, serat kasar (SK) 12,09%, bahan kering 10,22% dan bahan ekstrak tanpa nitrogen 34,96%. Selain itu pada penelitian ini rumen sapi dan EM4 juga digunakan sebagai starter pada proses fermentasi anaerobik. Rumen sapi mengandung bakteri metana yaitu *Methanosarcina* sp, dan rumen sapi juga mengandung senyawa organik dalam kadar yang cukup tinggi dengan nilai COD sebesar 17,183 mg/l. Mikroorganisme Efektif (EM4) adalah bakteri yang fungsinya mempercepat proses degradasi bahan organik. Hasil dari penelitian ini adalah setelah melewati proses pengujian yang dilakukan



Gambar 1. Sistem Pengolahan Sampah Organik Berbasis IoT

selama 20 hari, dimana lama waktu yang dibutuhkan untuk terbentuknya gas yaitu selama 8 hari setelah pemasukan bahan baku ke dalam biodigester, maka hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi CH₄ yang dihasilkan terdapat pada hari ke 20 yaitu 87% sedangkan yang terendah pada hari ke 8 yaitu 46%. Peningkatan konsentrasi CH₄ terbesar ini dikarenakan adanya pengaruh dari lamanya fermentasi dan temperatur yang cukup tinggi.

III. METODE PENELITIAN

A. Diagram Sistem

Berdasarkan diagram system yang ditunjukkan pada Gambar 1, sistem yang digunakan pada alat pengolahan sampah organik berbasis Internet of Things (IoT) terbagi menjadi 4 layer. Dari keempat layer, masing-masing memiliki fungsi yang berbeda. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing layer yang terdapat pada sistem alat pengolahan sampah organik berbasis IoT.

1. Perception Layer

Pengertian dari perception layer adalah lapisan yang berfungsi untuk mendeteksi, mengukur dan mengumpulkan data dari lingkungan fisik dengan berbagai sensor, RFID, dan sebagainya. Pada sistem alat pengolahan sampah organik berbasis Internet of Things (IoT), Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2 sebagai sensor yang mengukur tingkat kelembapan dari residu sampah atau pupuk yang dihasilkan dari sampah organik. MQ-4 Sensor yang mengukur tingkat konsentrasi dari gas metana yang dihasilkan dari sampah organik.

2. Communication Layer

Pengertian dari Communication layer adalah lapisan yang berfungsi untuk mentransfer data yang diproses atau dikumpulkan di perception layer ke pusat penyimpanan data. Pada sistem alat pengolahan sampah organik berbasis Internet of Things (IoT), modul komunikasi yang digunakan untuk komunikasi antara layer sebelumnya dan layer setelahnya adalah modul Wi-Fi dari ESP32.

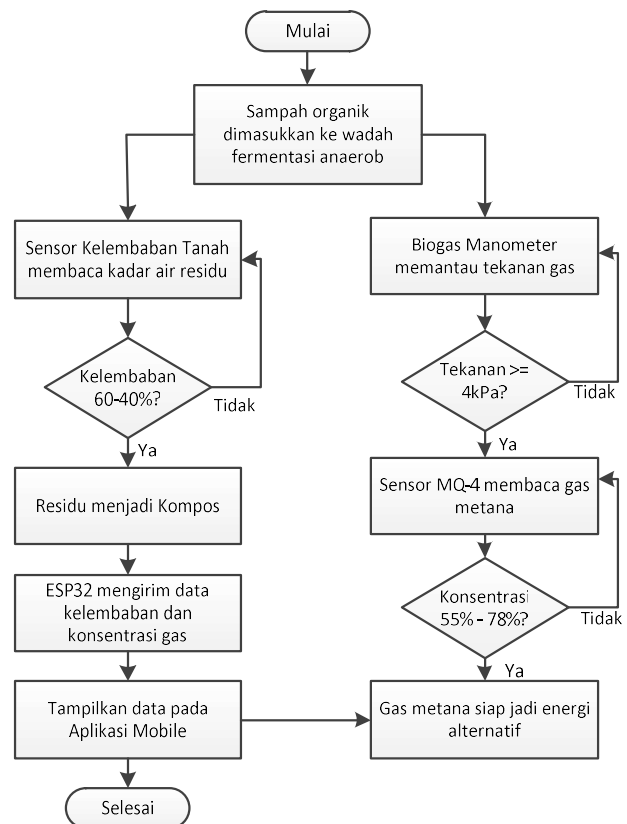
3. Data Processing Layer

Pengertian dari Data Processing layer adalah lapisan yang berfungsi dalam pemrosesan, analisis, penyimpanan, dan penyaringan data untuk membuat informasi yang lebih bermakna. Hasil ini digunakan untuk keputusan atau tindakan tertentu. Pada sistem alat pengolahan sampah organik berbasis Internet of Things (IoT), Data-data yang sudah diterima dari communication layer akan diproses dan dianalisis melalui Blynk Cloud Server. Misalnya data dari konsentrasi gas dan kelembapan pupuk yang telah didapatkan akan disimpan dan diolah secara *real-time*.

4. Application Layer

Pengertian dari Application layer adalah lapisan yang berfungsi untuk menampilkan data yang sebelumnya sudah diproses di Data Processing Layer kepada pengguna. Pada sistem alat pengolahan sampah organik berbasis Internet of Things (IoT), Data yang diperoleh dari Data Processing layer ditampilkan kepada pengguna melalui aplikasi blynk yang

terdapat di smartphone, sehingga pengguna bisa melihat status dari konsentrasi gas dan kelembapan pupuk pada sistem alat pengolahan sampah organik berbasis Internet of Things (IoT) secara *real-time*.



Gambar 2. Diagram Alur Sistem

B. Alur Kerja Sistem

Diagram alur sistem pada Gambar 2 menjelaskan alur kerja pada sistem alat pengolahan sampah organik berbasis Internet of Things (IoT), mulai dari input sampah organik hingga pemantauan data melalui aplikasi admin yang dibuat menggunakan blynk. Proses ini diawali ketika sampah organik dimasukkan ke dalam wadah alat pengolahan sampah organik untuk dilakukan fermentasi anaerob.

Selama proses fermentasi anaerob ini berlangsung, ada dua pemantauan yang bekerja secara bersamaan. Pemantauan pertama dilakukan oleh Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2 yang dipasang di dalam alat pengolahan sampah organik. Sensor ini berfungsi mendeteksi kadar air dari residu sampah yang dihasilkan sampah organik, dan apabila kelembapan dari residu sampah tersebut mencapai kisaran 40–60%, maka residu tersebut sudah siap digunakan sebagai pupuk. Pemantauan kedua dilakukan oleh biogas manometer yang memantau tekanan gas yang dihasilkan dari sampah organik. Jika biogas manometer tersebut mendeteksi tekanan gas metana yang dihasilkan sudah mencapai 4 kPa, maka gas hasil fermentasi siap dipindahkan menuju tabung penyimpanan gas melewati selang gas yang terhubung ke tabung gas.

Setelah gas dialirkan ke tabung, MQ-4 Gas sensor yang berfungsi mendeteksi konsentrasi gas metana yang terpasang di dalam tabung akan mendeteksi konsentrasi gas metana. Apabila konsentrasi gas metana yang sudah dipindahkan sudah berada pada rentang 55–78%, maka gas metana tersebut sudah siap digunakan sebagai sumber energi alternatif seperti untuk memasak layaknya LPG. Seluruh data yang didapatkan dari kedua sensor dari alat pengolahan sampah organik, baik itu data kelembapan dari residu sampah ataupun data konsentrasi gas metana, akan dikirimkan secara otomatis ke aplikasi admin sehingga pengguna dapat memantau status dari kelembapan residu sampah dan konsentrasi gas metana secara *real-time* melalui perangkat seluler.

C. Protokol Komunikasi

Pada sistem alat pengolahan sampah organik berbasis IoT Protokol yang digunakan adalah protocol MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) yang digunakan melalui platform, Blynk Cloud. Pengertian dari MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) adalah protokol ringan yang dirancang khusus untuk komunikasi antara perangkat IoT dengan internet secara efisien.

Pada sistem ini mikrokontroler ESP32 digunakan sebagai klien MQTT yang mengirimkan data hasil dari kedua sensor ke Blynk cloud server melalui koneksi Wi-Fi. Selain protokol MQTT, protokol TCP/IP digunakan juga untuk pengiriman paket data dari ESP32 ke Blynk cloud server agar pengiriman atau komunikasi paket data nya dapat berjalan lancar dan stabil.

```
Sketch_Smartwaste.ino
1 #define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL60TknVzV"
2 #define BLYNK_TEMPLATE_NAME "SmartWaste"
3 #define BLYNK_AUTH_TOKEN "F5eEBxbECMAZ6ewktQ5plMBX4FUCSPQd"
```

Gambar 3. Source code koneksi ESP32-WROOM-32 ke Blynk

Berdasarkan Gambar 3 *source code* tersebut merupakan kode program yang digunakan untuk menghubungkan perangkat ESP32 dengan platform Blynk. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing bagian *source code* yang terdapat pada program tersebut:

1. #define BLYNK_TEMPLATE_ID

Bagian ini memiliki fungsi untuk menghubungkan perangkat ESP32 ke Blynk dengan cara mengisi bagian ID tersebut menggunakan Template ID yang sebelumnya telah diperoleh saat membuat template baru di Blynk Cloud Server. Template ID ini berfungsi sebagai identitas unik yang digunakan untuk mengenali jenis proyek atau aplikasi yang sedang dikembangkan pada akun Blynk pengguna.

2. #define BLYNK_TEMPLATE_NAME

Bagian ini memiliki fungsi untuk menghubungkan perangkat ESP32 ke Blynk dengan cara mengisi nama template sesuai dengan nama yang telah dibuat di Blynk Cloud Server. Template Name membantu pengguna mengidentifikasi proyek di aplikasi Blynk dan memastikan bahwa ESP32

menggunakan konfigurasi template yang tepat saat proses koneksi berlangsung.

3. #define BLYNK_AUTH_TOKEN

Bagian ini memiliki fungsi untuk menghubungkan perangkat ESP32 ke Blynk dengan cara mengisi bagian token menggunakan authentication token yang otomatis digenerate oleh sistem Blynk ketika pengguna membuat perangkat virtual baru. Token ini berperan sebagai kunci keamanan yang bersifat unik, sehingga hanya perangkat yang memiliki token tersebut yang dapat terhubung ke server Blynk dan mengirimkan atau menerima data secara *real-time*.

D. Penerapan Security

Penerapan keamanan pada sistem alat pengolahan sampah organik berbasis Internet of Things (IoT) dilakukan menggunakan beberapa langkah yg didesain buat menjaga kerahasiaan & keandalan data. Pertama, sistem memakai authentication token Blynk (BLYNK_AUTH_TOKEN) yang bersifat unik & digenerate secara otomatis oleh server Blynk ketika membuat perangkat virtual. Token ini berfungsi sebagai kunci keamanan yang berarti hanya perangkat yang mempunyai token valid yg diperbolehkan terhubung & mengirim data ke akun *cloud* milik pengguna.

Kedua, komunikasi data antara ESP32 & server Blynk dilakukan melalui koneksi internet yg secara default telah dilindungi protokol enkripsi TLS/SSL. Mekanisme enkripsi ini memastikan data sensor yg dikirimkan tidak bisa diakses atau dimodifikasi secara acak oleh pihak yang tidak berwenang selama proses transmisi berlangsung. Ketiga, jaringan Wi-Fi yg dipakai buat menghubungkan ESP32 dikonfigurasi menggunakan autentikasi WPA2 yg mempunyai taraf keamanan lebih baik dibandingkan protokol lain misalnya WEP. Hal ini dilakukan supaya koneksi lokal antara perangkat IoT & router permanen terlindungi berdasarkan upaya peretasan atau penyusupan.

Penerapan langkah-langkah pengamanan tadi bertujuan buat memastikan integritas data yg didapatkan pada sistem alat pengolahan sampah organik berbasis Internet of Things (IoT), juga mencegah akses ilegal atau penggunaan perangkat palsu, dan menjaga kerahasiaan semua data lingkungan yang dikirimkan & disimpan dalam Blynk Cloud Server secara *real-time*.



Gambar 4. Sampel Sampah Organik

E. Sampel Sampah Organik

Gambar 4 menunjukkan sampel sampah organik yang digunakan untuk uji coba pada sistem alat pengolahan sampah organik berbasis Internet of Things (IoT). Sampel sampah organik tersebut terdiri dari berbagai limbah dapur seperti sayur, buah, daun, air sisa cucian beras dan juga sisa makanan yang sebelumnya telah dicacah agar proses fermentasi bisa berlangsung lebih lancar dan cepat.

Disini, sampah dibiarkan dalam kondisi anaerob sehingga mikroorganisme yang terdapat pada sampah organik bisa mengurai sampah organik tersebut menjadi gas metana dan hasil residu sampah organik tersebut bisa dijadikan sebagai pupuk.

F. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras pada sistem alat pengolahan sampah organik berbasis Internet of Things (IoT) terdiri dari berbagai alat yang saling integrasi untuk mendukung proses monitoring dan pengendalian secara otomatis. Komponen utama yang berperan sebagai pengendali pusat adalah ESP32-WROOM-32, yaitu mikrokontroler yang memiliki kemampuan konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth sehingga dapat membaca data dari sensor-sensor yang terpasang dan mengirimkannya secara *real-time* ke Blynk Cloud Server. Modul ESP32-WROOM-32 menerima data yang dikumpulkan oleh Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2, yang berfungsi untuk memantau tingkat kelembapan material organik di dalam biodigester, serta MQ-4 Sensor, yang digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas metana yang dihasilkan selama proses fermentasi.

Selain ESP32-WROOM-32, sistem ini dilengkapi sejumlah komponen pendukung lain, antara lain Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2, MQ-4 Sensor, biogas manometer untuk memantau tekanan gas, kran gas yang berfungsi mengatur aliran gas, serta selang gas yang digunakan sebagai media penghubung antara tabung penyimpanan dan jalur distribusi gas. Komponen fisik lainnya meliputi wadah plastik yang berfungsi sebagai ruang fermentasi dan galon plastik berkapasitas 5 liter yang digunakan sebagai tempat penampungan biogas hasil proses penguraian sampah organik. Seluruh komponen ini dirancang agar dapat bekerja secara terpadu, sehingga proses pengolahan sampah organik menjadi biogas dan pupuk dapat dipantau dan dikendalikan secara efisien melalui aplikasi Blynk pada perangkat seluler.



Gambar 5. Perancangan Perangkat Keras

Gambar 5 merupakan tampilan perancangan perangkat keras pada sistem alat pengolahan sampah organik berbasis Internet of Things (IoT). Berikut merupakan penjelasan detail mengenai setiap komponen yang digunakan pada alat pengolahan sampah organik:

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

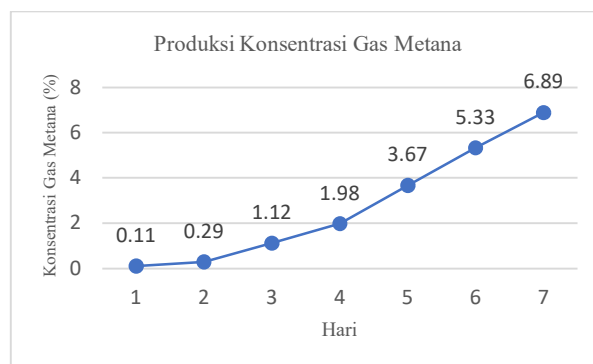
A. Pengujian Sampel Sampah Organik

Gambar 6 menunjukkan hasil pengamatan biogas manometer dari fermentasi sampah organik selama seminggu. Gas metana yang dihasilkan dari fermentasi sampah organik masih relatif rendah. Bisa dilihat pada Gambar 6. bahwa kenaikan tekanan pada biogas manometer hanya sekitar 0,3 kPa. Kenaikan gas metana ini wajar terjadi dikarenakan biasanya proses fermentasi anaerob memerlukan waktu yang lebih lama untuk mendapatkan gas metana yang tinggi. Mikroorganisme pengurai memerlukan waktu lebih lama untuk berkembang biak dan mengurai material sampah organik tersebut. Grafik hasil monitoring konsentrasi gas metana selama tujuh hari ditunjukkan pada Gambar 7.

Pada minggu pertama aktivitas dari bakteri metanogenik yang berada di proses fermentasi anaerob masih rendah sehingga produksi gas metananya belum bisa optimal sekitar 6.89%. Jika proses fermentasi anaerob dilanjutkan hingga dua minggu atau lebih, maka mikroorganisme yang terdapat di proses fermentasi anaerob akan semakin banyak dan aktif, sehingga produksi gas metana dari proses fermentasi anaerob kemungkinan akan meningkat secara signifikan.



Gambar 6. Kenaikan tekanan pada biogas manometer



Gambar 7. Hasil Monitoring Produksi Gas Metana



Gambar 8. Hasil Tampilan monitoring data sensor pada Blynk

B. Visualisasi Data Lingkungan

Seperti yang sebelumnya sudah dijelaskan, data yang sudah diterima pada Blynk Cloud Server akan ditampilkan pada pengguna melalui Blynk App yang diakses memakai perangkat seluler atau smartphone. Informasi ini meliputi data output monitor berdasarkan Capacitive Soil Moisture v1.2 Sensor, yang berfungsi buat mendeteksi kelembapan pada residu sampah atau pupuk, dan data *output* monitor berdasarkan MQ-4 Sensor yang dipakai buat mengukur konsentrasi gas metana yang didapatkan selama proses fermentasi.

Semua data yang dikirimkan mikrokontroler akan ditampilkan secara *real-time* dalam dashboard Blynk App, hasilnya pengguna bisa memantau monitoring proses pengolahan sampah organik kapan saja & berdasarkan lokasi mana pun. Aplikasi Blynk ini bisa diakses bila pengguna sudah mengkoneksikan atau menghubungkan perangkat seluler atau smartphonenya menggunakan Blynk Cloud Server memakai akun yang sudah terdaftar, hasilnya proses monitoring lebih praktis, efisien, & mendukung pengambilan keputusan secara cepat jika terjadi perubahan syarat dalam sistem.

Gambar 8 adalah output tangkapan layar dari Blynk App dalam perangkat seluler atau smartphone yang telah terhubung secara *real-time* ke sistem alat pengolahan sampah organik berbasis Internet of Things (IoT). Tampilan ini menerangkan data hasil monitor dari Capacitive Soil Moisture v1.2 Sensor serta MQ-4 Sensor yang terpasang dalam alat pengolahan sampah organik, hasilnya pengguna bisa memantau parameter secara akurat. Berdasarkan output fermentasi selama satu minggu penuh, diagram & pembacaan sensor menerangkan bahwa konsentrasi gas metana hasil dari fermentasi sampah organik yang telah dipindahkan ke tabung penyimpanan gas dari wadah fermentasi masih relatif rendah, yaitu berada dalam level yang belum mencukupi buat pemanfaatan skala tempat tinggal tangga. Hal ini pula selaras menggunakan pengukuran tekanan gas yg tercatat hanya kurang lebih 0,3 kPa.

Temuan tadi mendukung konklusi bahwa produksi gas tidak optimal dalam fermentasi sampah organik selama seminggu, lantaran proses penguraian material organik oleh mikroorganisme umumnya membutuhkan waktu lebih lama supaya kegiatan fermentasi mencapai puncaknya. Meskipun demikian, taraf kelembapan substrat terdeteksi berada pada rentang yg mendukung kegiatan degradasi mikroorganisme, sebagai akibatnya produksi gas diperlukan akan semakin tinggi dalam periode fermentasi berikutnya. Semua data output pengukuran ini bisa diakses dengan mudah menggunakan blynk app yang sebelumnya telah terhubung dengan perangkat seluler atau *smartphone*. Ini menciptakan proses pemantauan fermentasi jauh lebih praktis, efisien, & bisa dilakukan tanpa perlu mengunjungi lokasi alat pengolahan sampah organik.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian terhadap sistem alat pengolahan sampah organik berbasis Internet of Things (IoT), dapat disimpulkan bahwa sistem ini berhasil diterapkan dengan baik untuk mendukung proses pengolahan limbah organik secara lebih efisien dan terotomatisasi. Sistem pengolahan sampah organik berbasis IoT ini berhasil diimplementasikan untuk menjalankan fungsi utamanya, yaitu memproses limbah organik menjadi produk bermanfaat seperti biogas dan pupuk organik dalam satu rangkaian alat yang terintegrasi. Melalui tahapan fermentasi yang berlangsung selama satu minggu, diperoleh hasil bahwa produksi gas metana memang masih berada pada tahap awal dan belum menunjukkan jumlah produksi yang besar. Tekanan gas yang tercatat pun masih tergolong rendah dan belum mencukupi kebutuhan rumah tangga secara menyeluruh. Namun demikian, sistem tetap mampu mendeteksi dan merekam proses awal fermentasi dengan baik. Salah satu indikator penting yang berhasil dimonitor adalah tingkat kelembapan residu organik, yang dapat diamati secara *real-time* melalui sensor kelembapan yang telah dipasang pada bagian dalam biodigester. Fungsi-fungsi penting seperti pengukuran kelembapan, deteksi gas metana, pengiriman data ke *cloud*, serta visualisasi melalui aplikasi Blynk dapat berfungsi secara konsisten selama periode pengujian. Hal ini membuktikan bahwa sistem mampu menjalankan perannya dalam melakukan pemantauan proses secara berkelanjutan dan otomatis, sekaligus mendukung pengambilan keputusan teknis dalam pengolahan limbah.

Secara keseluruhan, sistem alat pengolahan sampah organik berbasis Internet of Things (IoT) ini merupakan salah satu solusi teknologi tepat guna yang dapat memberikan manfaat nyata bagi pengelolaan sampah rumah tangga. Sistem ini tidak hanya mendukung produksi energi terbarukan dalam bentuk biogas, tetapi juga menghasilkan pupuk organik yang dapat dimanfaatkan kembali untuk pertanian atau penghijauan. Implementasi sistem seperti ini sangat relevan dalam konteks pengurangan sampah, pemanfaatan energi alternatif, serta mendukung prinsip ekonomi sirkular dan pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) di lingkungan masyarakat. Dengan pengembangan lebih lanjut, sistem ini berpotensi diterapkan secara luas di tingkat rumah tangga, komunitas, bahkan instansi pendidikan untuk edukasi dan praktik nyata pengolahan limbah berbasis teknologi.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Rahman, R. Purnamasari, and Y. Eliskar, "Rancang Bangun Alat Otomatisasi Pengomposan dari Sampah Organik Berbasis Internet of Things," *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, vol. 6, no. 4, pp. 674–682, Oct. 2024, doi: 10.47233/jteksis.v6i4.1505.
- [2] Á. Canales-Gutiérrez *et al.*, "Design of an anaerobic biodigester model as an alternative for methane generation," *Journal of the Selva Andina Biosphere*, vol. 9, no. 2, pp. 81–91, Nov. 2021, doi: [10.36610/j.jsab.2021.090200081x](https://doi.org/10.36610/j.jsab.2021.090200081x).
- [3] K. Hermanto, A. Nugroho Fahriza, and M. L. Hakim, "Dekomposisi Limbah Organik Menjadi Gas Metana," *e-Proceeding of Engineering*, Feb. 2024.
- [4] M. H. Prasajo, R. Purnamasari, and Y. Eliskar, "Perancangan Alat Pemrosesan Sampah Organik Berbasis Internet Of Things (IoT) Untuk Pembuatan Kompos," *e-Proceeding of Engineering*, 2024.
- [5] Y. Z. Jacob, R. Yasirandi, and M. M. Qusyairi, "Implementasi Teknologi dan Proses Produksi Biogas Sebagai Pengendalian Limbah di Area RRA," *e-Proceeding of Engineering*, 2025.
- [6] G. P. Artiani and I. Handayasari, "OPTIMALISASI PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK DENGAN TEKNOLOGI BIODIGESTER SEBAGAI UPAYA KONSERVASI LINGKUNGAN," *Jurnal Kajian Ilmu dan Teknologi*, vol. 6, no. 2, p. 95, 2017.
- [7] N. H. Amandasari, S. Ainun, and H. Etih, "Studi Komparasi Sistem Pengelolaan Sampah dengan Biodigester (Kelurahan Cibangkong dan Kelurahan Cilengkrang)," *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, vol. 4 no.2, 2016. DOI: <https://doi.org/10.26760/rekalingkungan.v4i2.%25p>
- [8] P. Lestari *et al.*, "Penerapan Biodigester Untuk Pengolahan Air Limbah Industri Tapioka Berbasis Pemberdayaan Masyarakat Berkelanjutan di Rumah Produksi Pangan Selopamioro, Yogyakarta," *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*, vol. 5, no. 1, pp. 43–60, 2023. DOI: <https://doi.org/10.29244/jpim.5.1.43-60>
- [9] D. H. Mayasari, L. M. Riftanto, L. N. Aini, and M. R. Ariyanto, "Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat," 2010.
- [10] D. F. P. Surya, F. Fedora, A. Akbar, and K. Akli, "Rancang Bangun Biodigester Untuk Menghasilkan Biogas Berbahan Baku Limbah Sayur Kol dengan Campuran Rumen Sapi dan EM4," *Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, 2025. DOI: [10.61132/venus.v3i3.836](https://doi.org/10.61132/venus.v3i3.836)