



Prototype Biodigester Biogas dengan Sistem Monitoring Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Muhammad Zhaky^{1*}, Dinda Asyifa², Eko Supriadi³, Oktrison⁴
^{1,2,3,4} Politeknik Akademi Teknologi Industri (ATI) Padang, Indonesia
mhdzaky6@gmail.com^{1*}, dindasyifa592@gmail.com²

Alamat: Jalan Bungo Pasang Tabing, Padang Sumatera Barat, 25171
Korespondensi penulis : mhdzaky6@gmail.com

Abstract: *Biogas is a renewable energy source with significant potential to reduce dependence on fossil fuels. However, conventional biodigester systems still face several challenges in monitoring methane gas production. Therefore, this research aims to design and develop a biogas digester prototype equipped with a stirrer and an Internet of Things (IoT)-based sensor to detect methane (CH₄) gas levels. The research methodology involves designing a biodigester with an automatic stirrer and an MQ-2 sensor that can detect methane gas levels in real time. The data obtained is transmitted via ESP32 and displayed on the Blynk application. The research results show that the designed system can increase methane gas production and allow remote monitoring. The conclusion of this study is that the integration of IoT technology in the biodigester system can improve production efficiency and safety in biogas utilization.*

Keywords: *Biogas, Biodigester, IoT, Methane, MQ-2 Sensor*

Abstrak: Biogas merupakan sumber energi terbarukan yang memiliki potensi signifikan untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Namun sistem biodigester konvensional masih menghadapi beberapa tantangan dalam memantau produksi gas metana. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan prototipe reaktor biogas yang dilengkapi dengan pengaduk dan sensor berbasis Internet of Things (IoT) untuk mendeteksi kadar gas metana (CH₄). Metodologi penelitiannya meliputi perancangan biodigester dengan pengaduk otomatis dan sensor MQ-2 yang dapat mendeteksi kadar gas metana secara real time. Data yang diperoleh dikirimkan melalui ESP32 dan ditampilkan pada aplikasi Blynk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dirancang dapat meningkatkan produksi gas metana dan memungkinkan pemantauan jarak jauh. Kesimpulan dari penelitian ini adalah integrasi teknologi IoT pada sistem biodigester dapat meningkatkan efisiensi produksi dan keamanan pemanfaatan biogas.

Kata Kunci: Biogas, Biodigester, IoT, Metana, Sensor MQ-2

1. PENDAHULUAN

Biogas merupakan gas yang dihasilkan dari proses penguraian bahan organik oleh mikroorganisme dalam kondisi anaerobik. Di Indonesia, pemanfaatan biogas sebagai energi alternatif terus berkembang seiring dengan tersedianya bahan baku yang berlimpah, seperti kotoran ternak dan limbah pertanian. Namun, tantangan utama dalam produksi biogas adalah efisiensi proses fermentasi serta pemantauan kadar metana yang dihasilkan agar dapat dimanfaatkan secara optimal.

Penggunaan biodigester sangat penting dalam produksi biogas karena menciptakan lingkungan anaerobik yang optimal bagi mikroorganisme pengurai. Namun biodigester konvensional sering mengalami kendala, seperti produksi gas yang tidak stabil dan rendahnya kualitas biogas yang dihasilkan. Selain itu, pemantauan produksi gas masih

dilakukan secara manual, sehingga hambatan dalam proses fermentasi sulit dideteksi secara cepat karena tidak adanya sistem pemantauan real-time.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dalam penelitian ini dikembangkan sebuah prototipe biodigester yang dilengkapi dengan sensor MQ-2 berbasis Internet of Things (IoT) yang berfungsi untuk mendeteksi kadar metana gas. Dengan sistem pemantauan berbasis IoT, pengguna dapat melihat dan menganalisis proses produksi biogas secara real-time melalui aplikasi Blynk. Teknologi ini memungkinkan pemantauan jarak jauh yang lebih efisien dan akurat dibandingkan metode konvensional.

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menguji kinerja sensor MQ-2 berbasis IoT yang dipasang pada biodigester dalam melakukan pengukuran kadar metana. Diharapkan, sistem ini dapat meningkatkan akurasi pengukuran serta memberikan akses data yang lebih mudah bagi pengguna. Dengan adanya teknologi ini, proses produksi biogas dapat dipantau secara lebih efektif, sehingga meningkatkan efisiensi dan kualitas gas yang dihasilkan.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan biodigester yang lebih modern dan efisien. Implementasi sistem berbasis IoT dalam pemantauan produksi biogas tidak hanya mempermudah pengguna dalam mengendalikan fermentasi, tetapi juga berpotensi meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan secara lebih luas di Indonesia.

2. KAJIAN PUSTAKA

Biogas

Biogas merupakan salah satu energi terbarukan yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan organik oleh mikroorganisme dalam kondisi anaerob. Proses ini menghasilkan gas utama berupa metana (CH₄) dan karbon dioksida (CO₂), yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif untuk menggantikan bahan bakar fosil (Aslami, 2021). Ketersediaan bahan baku biogas yang melimpah, seperti kotoran ternak, limbah pertanian, dan limbah organik rumah tangga, menjadikan biogas sebagai solusi potensial dalam pengembangan energi ramah lingkungan di Indonesia (Lukhi et al., 2022).

Biodigester

Biodigester merupakan reaktor anaerob yang digunakan untuk mengelola proses fermentasi bahan organik sehingga dapat menghasilkan biogas secara optimal. Kinerja biodigester dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti suhu, pH, waktu tinggal bahan, serta sistem pengadukan (Dwi Irawan & Khudori, 2015). Menurut Dharma dan Bustomi (2017), pengaturan suhu yang stabil antara 30–35°C merupakan kondisi ideal bagi mikroorganisme

metanogen untuk memproduksi gas metana dengan efisiensi tinggi. Selain itu, desain biodigester yang baik turut mendukung peningkatan produksi biogas secara berkelanjutan.

Sensor MQ-2

Sensor MQ-2 adalah salah satu sensor gas yang banyak digunakan untuk mendeteksi keberadaan gas yang mudah terbakar, termasuk metana (CH₄). Sensor ini bekerja dengan prinsip perubahan resistansi material sensitif terhadap gas saat terpapar zat tertentu. Menurut Mushoffa et al. (2021), akurasi pengukuran sensor MQ-2 sangat dipengaruhi oleh proses kalibrasi berkala guna meminimalisir error serta menjaga kestabilan pembacaan data dalam jangka panjang.

Internet of Things (IoT) dalam Monitoring Biogas

Internet of Things (IoT) adalah teknologi yang menghubungkan berbagai perangkat elektronik ke dalam jaringan internet untuk saling bertukar data secara real-time. Penggunaan IoT dalam sistem monitoring biogas sangat membantu dalam pemantauan kondisi produksi, termasuk kadar metana, tekanan, dan suhu biodigester, tanpa harus melakukan pemeriksaan manual di lokasi (Dani Sasmoko, 2020). Penelitian Fahriza et al. (2024) menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis IoT mampu meningkatkan efisiensi operasional biodigester karena data yang diperoleh dapat diakses kapan saja dan di mana saja melalui aplikasi berbasis smartphone.

Kalibrasi Sensor

Kalibrasi adalah proses penyesuaian alat ukur agar hasil pengukuran sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Kalibrasi rutin pada sensor gas, seperti MQ-2, diperlukan untuk menjaga keakuratan data pengukuran. Menurut Maryani (2022), kalibrasi yang tidak tepat dapat menyebabkan penyimpangan data dan berujung pada kesalahan analisis produksi biogas. Oleh karena itu, perawatan dan kalibrasi berkala menjadi kunci dalam menjaga performa sistem monitoring berbasis IoT.

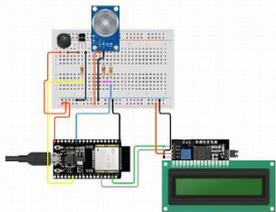
3. METODE

Untuk uji coba kinerja alat, digunakan kotoran sapi sebagai bahan baku pembuatan biogas. Dan digester yang akan digunakan terbuat dari bahan HDPE berkapasitas 50 liter dengan kondisi operasi 28°C-35°C. Selanjutnya, perlu di siapkan sensor yang telah disambungkan dengan sistem IoT sehingga dapat digunakan sebagai alat pengukuran kadar metana secara *real time* pada proses produksi biogas yang dilakukan. Berikut alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

Alat

Alat yang digunakan untuk pengukuran hasil produksi yaitu:

Tabel 1 Alat

No	Gambar	Keterangan
1		Rangkaian sensor MQ-2 sebagai alat untuk pengukur konsentrasi biogas
2		Sensor mestek CGD02 untuk pembanding akurasi sensor

Bahan

Bahan yang digunakan untuk perakitan biodigester yaitu:

Tabel 2 Bahan perakitan Biodigester

No	Gambar	Keterangan
1	 Drum HDPE	Drum dengan bahan HDPE digunakan sebagai bahan pembuata biodigester biogas
2	 Pipa	Pipa digunakan untuk aliran <i>input</i> umpan dan <i>output</i> bahan
3	 Termometer	Bi-metal temperature gauge digunakan untuk melakukan pengukuran suhu pada biodigester

No	Gambar	Keterangan
4	 <p>Valve</p>	Nepel valve digunakan untuk <i>output</i> biogas yang dihasilkan
5	 <p>Selang</p>	Selang digunakan untuk mengalirkan biogas ke dalam gas holder
6	 <p>Dirigen</p>	Jerigen digunakan untuk sebagai wadah penampungan biogas
7	 <p>Drat pipa</p>	Drat pipa digunakan sebagai sambungan pada pipa

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem

Berikut hasil pengukuran konsentrasi biogas dengan menggunakan 2 alat :

Tabel 3

No	Sensor MQ-2 (%)	Gas detector (%)
1.	100	71
2.	36	38
3.	77	82
4.	66	58
5.	44	39
6.	37	45
7.	78	74
8.	21	24
9.	16	8
10.	35	37

Dapat dilihat dari data yang didapatkan dalam proses pengukuran konsentrasi gas, terdapat bahwa terjadinya banyak perbedaan antara nilai pengukuran sensor dan gas detektor. Setelah dilakukan pengamatan lebih lanjut, dalam proses pengukuran konsentrasi gas ini banyak mengalami kendala diantaranya yaitu terjadinya putusnya sambungan kabel

ke sensor dan modul, terbenturnya sensor dan modul dari gangguan luar sehingga menyebabkan penurunan performa sensor dalam proses pengukuran gas. Selain itu menurut (Maryani, 2022), Sensor harus dikalibrasi secara berkala untuk memastikan keakuratan deteksinya. Kalibrasi yang tidak tepat dapat menyebabkan hasil pembacaan menjadi tidak akurat.

Dalam pengukuran ini sendiri sensor pada percobaan pertama ini sensor mengalami gangguan pihak luar yang menyebabkan putusnya arus dan korsleting pada sensor sehingga menyebabkan sensor terbakar pada bagian dinding luar. Dengan permasalahan yang terjadi ini menyebabkan terjadinya lonjakan nilai pengukuran konsentrasi gas hingga mencapai 100%.

Pada pengukuran selanjutnya sensor dilakukan perbaikan kembali dan juga dilakukan kembali perakitan ulang guna memastikan kabel sambungan terpasang dengan sempurna dan juga dilakukan kembali kalibrasi ulang. Dalam proses ini sensor dapat mendeteksi konsentrasi gas dengan normal dan juga memiliki perbandingan nilai yang tidak jauh dari hasil pengukuran dengan gas detektor. Jika dilihat dari hasil perbandingan antara pengukuran sensor dan gas detektor ini memiliki nilai error berada dari range sekitar 2-8 %.

Hal yang menyebabkan terjadinya perbedaan nilai ini ialah dengan semakin seringnya dilakukan kalibrasi terhadap sensor maka akan mendapatkan nilai error yang semakin kecil juga. Dengan kalibrasi sensor gas secara teratur tidak hanya meningkatkan akurasi pengukuran tetapi juga memperpanjang umur alat dan memastikan kepatuhan terhadap regulasi keselamatan. Dengan demikian, semakin sering kalibrasi dilakukan, semakin kecil kemungkinan nilai kesalahan dalam pengukuran gas, yang sangat penting untuk menjaga keselamatan di lingkungan kerja. (Maryani, 2022)

Dari hasil penjumlahan data pengukuran gas dengan menggunakan sensor didapatkan nilai rata rata pengukuran ini sebesar 83,019 dengan nilai error sebesar 16,98. Nilai rata rata pengukuran ini sendiri masih jauh dari akurat, karena dari 10 kali pengukuran, data pengukuran gas cenderung berubah. Perubahan data ini di sebabkan karena kurangnya dalam proses melakukan kalibrasi terhadap sensor.

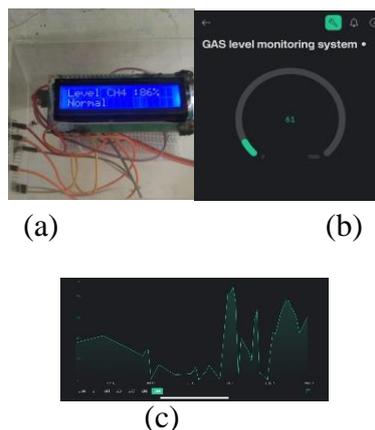
Nilai akurasi yang paling tinggi dari proses pengukuran konsentrasi gas ini berada pada percobaan ke 2 yang memiliki nilai akurasi sebesar 94,72% yang dimana memiliki nilai akurasi yang paling tinggi dari 10 data pengukuran yang ada. Semakin tinggi nilai akurasi sensor hingga mencapai 99% maka sensor tersebut bisa dikatakan akurat dalam pembacaannya (Mushoffa et al., 2021). Hal ini menandakan sensor dapat bekerja dengan

maksimal tanpa adanya gangguan dari luar. Dengan nilai akurasi yang hampir mencapai 99% ini bisa dikatakan sensor MQ-2 memiliki akurasi yang tinggi.

Pengujian fitur *Internet of Things* (IoT)

Internet of Things (IoT) dapat didefinisikan sebagai jaringan objek fisik yang terhubung ke internet, yang memiliki kemampuan untuk mengirim dan menerima data. Modul atau perangkat yang mampu terkoneksi dengan *Internet of Things* (IoT) umumnya adalah mikrokontroler atau modul jaringan yang mendukung konektivitas internet seperti modul ESP 32, ESP8266, Arduino + Modul Wi-Fi, Raspberry Pi, dll. (Dani Sasmoko, 2020).

Dalam penelitian ini digunakan ESP 32 sebagai modular dalam proses pengukuran kadar biogas dengan menambahkan sensor MQ-2 untuk mendeteksi konsentrasi gas. Dalam penelitian ini ESP 32 ini dapat terkoneksi dengan internet, sehingga hasil dari pembacaan sensor bisa ditampilkan baik itu di LCD maupun di kirimkan ke aplikasi Blynk.



Gambar 1 Gambar (a) Penampilan konsentrasi pada LCD, (b) &(c) Penampilan konsentrasi pada aplikasi Blynk

5. KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan sistem berbasis IoT berkontribusi signifikan terhadap peningkatan produksi biogas. Integrasi teknologi IoT memungkinkan pemantauan yang lebih efisien, akurat, dan *real-time*. Dalam pengukuran dengan sensor MQ-2 dapat melakukan pengukuran konsentrasi biogas ditandainya dengan didaptkannya sepuluh data hasil pengukuran gas metana (CH_4) yang ada pada biogas, namun data ini masih memiliki nilai erorr sebesar 16,98 % yang dimana nilai erorr ini harus diminimkan dengan melakukan kalibrasi dan pengecekan kondisi alat yang rutin.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. F. (2021). Pemanfaatan sensor MQ-135 sebagai monitoring kualitas udara pada aula gedung Fasilkom.
- Aufa, A., Rubiono, G., & Mujianto, H. (2016). Pengaruh rasio diameter pipa terhadap perubahan tekanan pada Bernoulli Theoreme Apparatus.
- Dharma, U. S., & Bustomi, H. (2017). Pengaruh temperatur digester sistem kontinyu terhadap produksi biogas berbahan baku blotong. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro*, 6(2), 218-225.
- Fahriza, A. N., Ekki, K., & Jangkung, R. (2024). Perancangan sistem monitoring tekanan dan konsentrasi gas metana pada biodigester. *E-Proceeding of Engineering*, 11(1), 93-99.
- Irawan, D., & Khudori, A. (2015). Pengaruh suhu anaerobik terhadap hasil biogas menggunakan bahan baku limbah kolam ikan gurame. *TURBO*, 4(1), 17-22.
- Khairullah, A. (2021). Optimasi temperatur pada produksi biogas dari limbah rumah makan di Kota Pontianak.
- Mamanua, E., et al. (2023). Kombinasi feses ternak babi dan limbah sayuran untuk optimalisasi produksi biogas.
- Maryani, S. (2022). Pentingnya kalibrasi sensor gas untuk menjamin keakuratan pengukuran. *Jurnal Teknologi Sensor*, 8(2), 134-142.
- Masyuroh, A., et al. (2021). Pembuatan recycle plastik HDPE sederhana menjadi asbak, 3(1), 53.
- Mushoffa, M., Rahman, F., & Widodo, A. (2021). Analisis kinerja sensor gas MQ series pada sistem deteksi gas berbahaya. *Jurnal Teknologi Elektro*, 10(1), 44-51.
- Putra, H., & Lestari, D. (2019). Optimalisasi produksi biogas dengan pengadukan otomatis pada biodigester. *Jurnal Rekayasa Energi Terbarukan*, 4(1), 11-18.
- Rahmad, F., & Yuliana, S. (2020). Desain dan implementasi monitoring suhu dan kelembaban berbasis IoT pada proses fermentasi biogas. *Jurnal Teknik Energi*, 9(2), 56-63.
- Santoso, B., & Nugroho, A. (2023). Pengembangan sistem monitoring kualitas gas metana berbasis wireless sensor network (WSN). *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 11(3), 223-231.
- Sasmoko, D. (2020). Internet of Things (IoT) dan implementasinya dalam pengembangan smart system. *Jurnal Teknologi Informasi*, 5(1), 22-29.
- Shitophyta, L. M., Darmawan, M. H., & Rusfidiantoni, Y. (2022). Produksi biogas dari kotoran sapi dengan biodigester kontinyu dan batch: Review. *Journal of Chemical Process Engineering*, 7.