

Aplikasi Sistem Monitoring Kadar Gas Metana Pada Biodigester Berbasis Website

1st Ratna Widya Ningrum

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

ratnawidyaa@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Prof. Dr. Ir. Rendy Munadi

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

rendymunadi@telkomuniversity.ac.id

3rd Sussi

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

sussiss@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Biogas, sebagai sumber energi terbarukan yang dihasilkan melalui proses anaerob, memiliki potensi besar dalam mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Namun, pemantauan produksi biogas masih banyak menggunakan metode konvensional yang memiliki keterbatasan dalam akurasi dan kemampuan pemantauan *realtime*. Penelitian ini mengembangkan sistem monitoring kadar gas metana pada biodigester berbasis *website*, mengintegrasikan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan produksi biogas. Sistem ini menggunakan sensor MQ-4, DS18B20, BMP280, dan SEN0161 yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32 untuk mengukur parameter kunci seperti kadar gas metana, suhu, tekanan dan pH. Data yang dikumpulkan ditransmisikan ke platform Firebase dan divisualisasikan melalui antarmuka *website* yang responsif. Evaluasi *Quality of Service* (QoS) pada *website* menunjukkan hasil yang memuaskan dengan *throughput* rata-rata 2176.9bps dan *delay* rata-rata 1.462 detik, menunjukkan kinerja yang baik dalam menampilkan dan memperbarui data. Pengujian usabilitas menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) menghasilkan skor 71, mengindikasikan tingkat kebergunaan *website* yang baik. Sistem ini berpotensi meningkatkan efisiensi produksi biogas dan mendorong adopsi sebagai sumber energi terbarukan yang lebih luas melalui pemantauan yang lebih akurat dan mudah diakses.

Kata kunci— biogas, monitoring *realtime*, *Internet of Things*, QoS, *website*

I. PENDAHULUAN

Biogas yang dihasilkan melalui proses anaerob, merupakan sumber energi terbarukan yang potensial, dengan gas metana sebagai komponen utamanya[1]. Meskipun demikian, pemantauan kadar gas metana dalam produksi biogas masih sering menggunakan metode konvensional yang kurang efisien dan akurat. Hal ini dapat menyebabkan penurunan efisiensi produksi dan potensi risiko keselamatan [2]. Pengembangan sistem monitoring yang lebih efektif, terutama untuk kadar gas metana, menjadi krusial untuk optimalisasi produksi biogas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi sistem monitoring kadar gas metana pada biodigester berbasis *website*. Dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT), sistem ini dirancang untuk memberikan

pemantauan *realtime* dan akurat terhadap kadar gas metana, serta parameter pendukung seperti suhu, tekanan, dan pH. Integrasi dengan platform *website* memungkinkan akses data yang mudah dan visualisasi yang efektif, mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dalam manajemen biodigester. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi produksi biogas dan mendorong adopsinya sebagai sumber energi terbarukan yang lebih luas

II. KAJIAN TEORI

A. Biogas

Biogas merupakan salah satu bahan bakar yang dapat dijadikan sebagai *renewable energy*, yang dihasilkan dari proses anaerob dengan menggunakan mikroba untuk menguraikan bahan organik. Kadar gas metana dalam biogas umumnya berkisar antara 50%-75%, diikuti oleh karbon dioksida (CO₂) sekitar 25%-45%. Fluktuasi kadar metana dapat mengindikasikan perubahan dalam proses fermentasi atau masalah dalam biodigester dan sejumlah gas kecil lainnya. Produksi biogas memiliki beberapa keuntungan, termasuk pengurangan emisi gas rumah kaca, pengelolaan limbah yang efektif, dan penyediaan energi terbarukan. Efisiensi produksi biogas sangat bergantung pada beberapa parameter kunci, termasuk suhu (optimal pada kisaran mesofilik 30°C-38°C atau termofilik 50°C-60°C), pH (optimal 6.5-7.5), dan kadar air (optimal 60-80% dalam substrat). Pemantauan kadar gas metana menjadi sangat penting untuk menentukan kualitas dan efisiensi produksi biogas, karena fluktuasi kadar metana dapat mengindikasikan perubahan dalam proses fermentasi atau masalah dalam biodigester. Oleh karena itu, pengembangan sistem monitoring yang akurat dan *realtime* menjadi krusial dalam optimalisasi produksi biogas [3], [4].

B. *Internet of Things*

Aplikasi sistem monitoring kadar gas metana pada biodigester berbasis *website* memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak. Komponen perangkat keras meliputi sensor MQ-4 (gas metana), DS18B20 (suhu), BMP 280 (tekanan), dan SEN0161 (pH), yang terhubung dengan

mikrokontroler ESP32. Pada sisi perangkat lunak, pengembangan *website* menggunakan Visual Studio Code sebagai IDE, dengan React JS untuk antarmuka pengguna yang interaktif dan responsif. Integrasi ini memungkinkan visualisasi data sensor secara langsung pada *website*, memberikan akses mudah bagi pengguna untuk memantau kondisi biodigester dari jarak jauh, meningkatkan efisiensi pemantauan dan pengelolaan produksi biogas.

C. Firebase

Firebase merupakan platform pengembangan aplikasi yang disediakan oleh Google, dirancang untuk membantu pengembang dalam menciptakan dan mengembangkan aplikasi mereka. Platform ini berfokus pada aplikasi *realtime* yang berarti ketika terjadi perubahan data, aplikasi yang terhubung dengan Firebase akan secara otomatis memperbarui informasi tersebut, baik melalui perangkat *mobile* maupun *website* [5]



GAMBAR 1.
Firebase

Firebase menawarkan berbagai macam library yang dapat diakses melalui platform *mobile* dan *website*, serta dapat diintegrasikan dengan berbagai *framework* seperti Java, JavaScript, Node.js, dll. Salah satu fitur utama Firebase adalah Application Programming Interface (API) yang memungkinkan sinkronisasi dan penyimpanan data dalam format *Java Script Object Notation* (JSON) di cloud secara real-time, memudahkan pengembang dalam mengelola dan mengakses data aplikasi mereka [6]

D. Visual Studio Code

Visual Code Studio (VS Code) merupakan source code editor gratis yang dikembangkan oleh Microsoft, yang mendukung berbagai platform dan beragam Bahasa pemrograman secara native, termasuk TypeScript, Node.js, dan JavaScript, serta dapat diperluas fungsinya melalui *plugin* untuk bahasa lain seperti Python, Go, Java, C++, dan C#. *Software* ini juga memiliki fitur canggih seperti integrasi Git, debugging, dan IntelliSense yang menjadikan VS Code ini menjadi alat yang powerful bagi pengembang [7].



GAMBAR 2.
Visual Code Studio

VS Code terus mengalami pembaruan dan peningkatan untuk memastikan pengguna selalu mendapatkan fitur terbaru dan perbaikan bug. Sifat open-source dari *software* ini memungkinkan pengguna untuk melihat dan berkontribusi

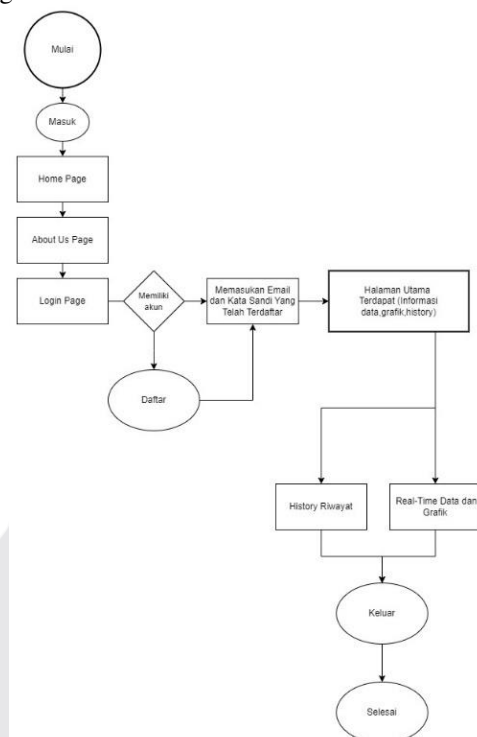
pada source code nya melalui GitHub, meningkatkan transparansi dan kolaborasi komunitas. Karakteristik ini tidak hanya menambah nilai bagi pengguna tapi juga memfasilitasi pengembangan berkelanjutan. Dalam konteks pengembangan aplikasi web modern, seperti sistem monitoring, VS Code menjadi pilihan utama karena kemampuannya dalam menangani proyek kompleks dengan efisien dan dukungannya terhadap teknologi terkini[7].

E. React Js

React JS merupakan sebuah library JavaScript open-source yang dikembangkan oleh Facebook untuk membangun antarmuka pengguna yang interaktif dan responsif. React menggunakan konsep komponen yang dapat digunakan kembali dan mudah dikelola [8]. Fitur utama React meliputi Virtual DOM untuk optimalisasi kinerja, JSX untuk penulisan komponen yang intuitif, dan hooks untuk manajemen state yang efisien.

III. METODE

A. Diagram Alur Website



GAMBAR 3.
Flowchart Website

Website Biogas Monitoring dirancang untuk memudahkan pengguna dalam memantau dan mengelola data dari produksi biogas. Berikut tahapan alur kerja dari *website* ini :

1. Pertama, pengguna membuka situs *website* Biogas Monitoring melalui URL yang sudah ada.
2. Pengguna akan diarahkan ke halaman *landing page*. Pada halaman ini terdapat beberapa fitur, yaitu : *homepage* yang berupa halaman awal yang memberikan gambaran umum, *about us page* yang berupa informasi tentang *website*, dan *login page* yang mengarahkan pengguna untuk memasukkan *email* atau *username* dan *password*. Jika belum memiliki akun, pengguna dapat memilih opsi register untuk membuat akun baru.

Setelah akun terdaftar, pengguna dapat masuk menggunakan *email* dan *password* yang telah didaftarkan.

- 3. Setelah berhasil, pengguna akan diarahkan ke dashboard / halaman utama *website*. Pada halaman utama terdapat informasi mengenai data dan grafik biogas secara *realtime*, serta terdapat history data dari sensor yang digunakan.
- 4. Setelah pengguna telah selesai menggunakan *website*, pengguna dapat memilih opsi *log out* yang akan mengarahkan kembali ke *landing page*

B. *Software* dan *Hardware*

Pembuatan *website* biogas monitoring membutuhkan beberapa pendukung berupa *software* dan *hardware* sebagai berikut :

1. *Visual Studio Code* (VS Code)

Dalam perancangan *website* biogas monitoring ini dibutuhkan *software* VS Code versi 1.92.0. dengan bantuan Node Js versi 20.14.0

2. Laptop

Laptop yang digunakan dalam perancangan *website* biogas monitoring memiliki spesifikasi seperti Tabel 1.

TABEL 1.
Spesifikasi Laptop

No	Hal	Rincian
1	Jenis Laptop	HP Envy x360 Convertible 13
2	RAM	16 GB
3	Processor	AMD Ryzen 7 4700U with Radeon Graphics 2.00 GHz
4	Windows	11 Home

3. *Smartphone*

Untuk pengujian *website*, juga diperlukan *smartphone* dengan spesifikasi seperti pada Tabel 2.

TABEL 2.
Spesifikasi Smartphone

No	Hal	Rincian
1	Jenis <i>Smartphone</i>	Samsung Note 10+
2	RAM	12 GB
3	<i>Operating System</i>	Android 12

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada perncangan *website* biogas monitoring ini, dilakukan tiga pengujian yaitu pengujian fungsionalitas, pengujian *Quality of Services* (QoS) dan pengujian *System Usability Scalle* (SUS).

A. Pengujian Fungsionalitas

Web Content Accessibility Guideline (WCAG) 2.1. digunakan sebagai pedoman pengujian fungsionalitas *website* ini yang mencakup beberapa aspek utama, termasuk responsivitas *layout*, kecepatan *loading*, kemampuan menampilkan data sensor, dan fungsionalitas umum seperti

navigasi dan interaksi pengguna yang dijelaskan dalam Tabel 3.

TABEL 3.
Kriteria *Web Content Accessibility Guideline*

Aspek Pengujian	Kriteria WCAG 2.1
Rensponsivitas <i>Layout</i>	1.4.10 <i>Reflow</i>
Kecepatan <i>Loading</i>	2.2.1 <i>Timing Adjustable</i>
Menampilkan Data Sensor	1.3.1 <i>Info and Relationships</i>
Navigasi dan Interaksi	2.4.5 <i>Multiple Ways</i> , 3.2.3 <i>Consistent Navigation</i>

Proses pengujian melibatkan penggunaan berbagai perangkat dengan spesifikasi yang berbeda, termasuk laptop dengan *operating system* Windows 11 dan *smartphone* dengan Android 11 dan 12. Browser yang digunakan dalam pengujian mencakup Chrome dan Edge dengan versi terbaru. Hasil pengujian ditampilkan dalam Tabel 4

TABEL 4.
Pengujian Fungsionalitas

Perangkat	Responsif	Loading (detik)	Fungsionalitas
Laptop	Baik	1.2-1.8	Baik
Smartphone	Baik	2.7-3.0	Baik

Hasil pengujian menunjukkan bahwa *website* memiliki responsivitas yang baik di semua perangkat yang diuji, mampu menyesuaikan tata letak yang optimal pada berbagai ukuran *layout*. Kecepatan *loading* bervariasi antara 1.2 hingga 3.0 detik, dengan laptop menunjukkan performa yang lebih cepat dibandingkan *smartphone*. Meskipun terdapat variasi, waktu *loading* ini masih dalam batas yang dapat diterima untuk memberikan pengalaman pengguna yang baik.

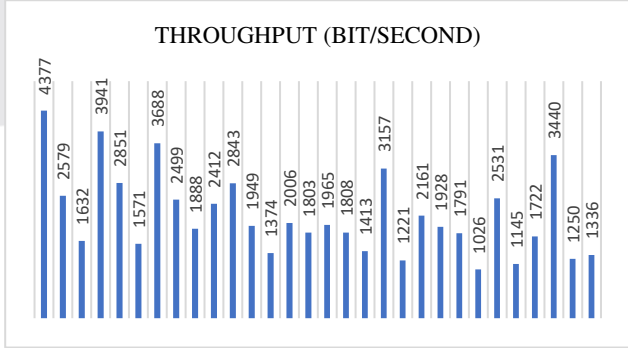
B. Pengujian *Quality of Services* (QoS)

Pengujian *Quality of Service* (QoS) dari *website* ini menggunakan standarisasi ITU-T G.1010 yang terdapat pada Tabel 5.

TABEL 5.
Standarisasi ITU-T G.1010

Parameter	Nilai Standar
<i>Throughput</i>	~10 KB
<i>Delay</i>	< 2 detik

a.) *Throughput*

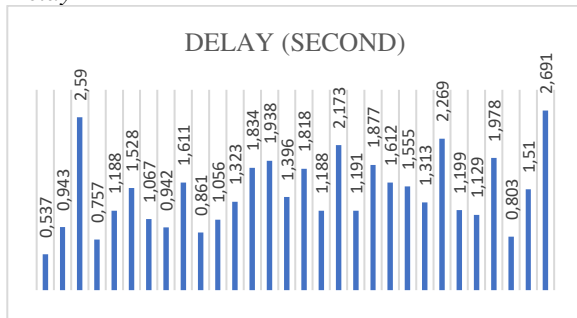


GAMBAR 4.
Pengujian *Throughput Website*

Hasil pengujian *throughput website*, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4, menunjukkan variasi yang signifikan. Rata-rata *throughput* tercatat sebesar 2176.9bps. Nilai *throughput* tertinggi terdapat pada pengujian pertama,

mencapai 4377bps, sementara nilai terendah terjadi pada pengujian ke-26 dengan 1145 bps. Fluktuasi ini kemungkinan disebabkan oleh perubahan kondisi jaringan dan beban trafik selama periode pengujian. *Throughput* tertinggi pada awal pengujian mungkin mengindikasikan kondisi jaringan yang optimal dan beban yang masih rendah.

b.) Delay



GAMBAR 5.
Pengujian Delay Website

Pengukuran *delay website*, yang diilustrasikan pada Gambar 5 mengungkapkan variasi yang cukup besar. Delay tertinggi teramati pada pengujian ke-30 dengan nilai 2.691 detik, sedangkan *delay* terendah 0.537 detik terjadi pada pengujian pertama. Rata-rata *delay* keseluruhan adalah 1.462 detik. Variasi *delay* ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kepadatan jaringan, jarak server, atau proses pengolahan data.

C. Pengujian System Usability Scale (SUS)

Pengujian usabilitas *website* biogas monitoring menggunakan *System Usability Scale* (SUS) melibatkan 10 responden dengan latar belakang beragam. Kuesioner standar SUS dengan 10 pertanyaan dan skala penilaian 1-5 digunakan dalam pengujian ini. Perhitungan skor SUS menggunakan persamaan berikut :

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (1)$$

$\bar{x}$ merupakan nilai rata-rata skor SUS, $\sum x$ merupakan jumlah skor SUS yang sudah dihitung, sedangkan n adalah jumlah responden. Dengan persamaan (1) tersebut didapat hasil pengujian SUS pada *website* yang ditunjukkan dalam Tabel 6

TABEL 6.
Pengujian System Usability Scale (SUS)

Aspek	Nilai
Skor rata-rata SUS	71
Skor Tertinggi	88
Skor Terendah	50

Berdasarkan interpretasi standar SUS skor 71 menempatkan *website* dalam kategori "Acceptable" dan di awal grade "C",

berada diambang batas antara "OK" dan "GOOD" dalam hal kegunaan. Meskipun *website* menunjukkan tingkat kegunaan yang cukup baik, variasi skor yang cukup besar mengindikasikan adanya perbedaan pengalaman pengguna yang signifikan.

V. KESIMPULAN

Pengembangan *website* untuk sistem monitoring kadar gas metana pada biodigester telah berhasil dilakukan. Sistem ini mengintegrasikan sensor MQ-4, DS18B20, BMP280, dan SEN0161 dengan mikrokontroler ESP32, serta Firebase dan React JS untuk manajemen data dan antarmuka. Evaluasi sistem menunjukkan kinerja yang memuaskan dengan *throughput* rata-rata 2176.9bps, *delay* rata-rata 1.462 detik, dan skor SUS 71, serta responsivitas yang baik pada berbagai perangkat. Sistem ini menawarkan solusi efektif untuk pemantauan *realtime* produksi biogas, memungkinkan pengelolaan lebih efisien dan akurat. Dengan kemampuan visualisasi data yang komprehensif, sistem ini dapat mendorong adopsi biogas sebagai sumber energi terbarukan yang lebih luas.

REFERENSI

- [1] Semin *et al.*, "Potensi Penggunaan Kotoran Sapi Sebagai Sumber Biogas Rumah Tangga di Kabupaten Kediri," 2020.
- [2] A. Ezrafi, Y. Fitriyani, and M. Wijayanti, "SISTEM MONITORING BIODIGESTER BERBASIS ARDUINO NANO," *JUIT*, vol. 2, no. 2, pp. 105–107, 2023.
- [3] Rasit Atelge *et al.*, "Biogas Production from Organic Waste: Recent Progress and Perspectives," *ReaserachGate*, Mar. 2020.
- [4] Irini Angelidaki *et al.*, "Biogas upgrading and utilization: Current status and perspectives," *Biotechnol Adv*, vol. 36, pp. 452–466, 2018.
- [5] Laurence Moroney, "The Firebase Realtime Database," pp. 51–71, Nov. 2017, doi: 10.1007/978-1-4842-2943-9_3.
- [6] C. Khawas and P. Shah, "Application of Firebase in Android App Development-A Study," 2018. [Online]. Available: <https://www.firebase.com/login/>
- [7] Microsoft, "Visual Studio Code Documentation," <https://code.visualstudio.com/docs>. Accessed: Aug. 01, 2024. [Online]. Available: <https://code.visualstudio.com/docs>
- [8] Carlos Santana Roldan, *React 17 Design Patterns and Best Practices: Design, build, and deploy production-ready web applications using industry-standard practices*, 3rd ed. 2021.