

Pemantauan Gas Metana Pada Biodigester Melalui Mobile Application

1st Umar Nugraha
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

Umarnugraha@student.telkomuniversit
y.ac.id

2nd 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 merupakan sumber energi terbarukan yang diproduksi melalui proses anaerobik. Sementara proses pemantauan produksi biogas seringkali menerapkan metode konvensional yang kurang akurat dan tidak mendukung pemantauan real-time sehingga berpotensi menurunkan efisiensi dan keselamatan produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengelola keterbatasan tersebut dengan mengembangkan sistem pemantauan biogas berbasis *Internet of Things* (IoT), yang mampu mengukur parameter utama secara *realtime* dan terintegrasi dengan *mobile application*. Sistem ini meliputi MQ-4 (metana), DS18B20 (suhu), BMP280 (tekanan) dan SEN0161 (pH) yang terhubung ke mikrokontroler ESP32. Pengujian menunjukkan bahwa sensor BMP280 memiliki rata-rata error sebesar 0,54% sehingga memberikan hasil kalibrasi sensor pH dan suhu yang baik. Penilaian *Quality of Service* (QoS) menunjukkan rata-rata *throughput* sebesar 10,231.96 bps dan *latency delay* sebesar 222.14 ms, menunjukkan skor 75 untuk *mobile application*, menunjukkan keramahan dengan pengguna. Sistem ini berhasil menampilkan data *realtime*, grafik historis dan notifikasi, sehingga mengoptimalkan proses produksi dan penggunaan biogas sebagai sumber energi terbarukan

Kata kunci— *Biogas, Internet of Things, Mobile application*

I. PENDAHULUAN

Sebagai energi terbarukan, biogas merupakan bahan bakar yang diproduksi melalui proses penguraian bahan organik oleh mikroorganisme dalam kondisi tanpa oksigen, dimana molekul karbon kompleks yang terkandung di dalam bahan organik difermentasi atau diendapkan menjadi molekul dengan struktur yang lebih sederhana termasuk didalamnya [1]. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi keterbatasan tersebut dengan merancang sistem pemantauan biogas berbasis *internet of things* (IoT) yang mampu mengukur parameter penting secara *realtime*, yang terintegrasi dengan *mobile application*. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan produksi biogas melalui pemantauan parameter meliputi kadar gas metana, suhu, tekanan dan pH secara akurat dan *realtime*. Dengan memudahkan pemantauan jarak jauh dan memberikan data yang lebih akurat, Dengan adanya sistem ini, diproyeksikan proses produksi biogas akan lebih optimal dan pengadopsiannya sebagai energi terbarukan semakin meluas.

II. KAJIAN TEORI

A. Biogas

Biogas merupakan bahan bakar yang diproduksi dari penguraian bahan organik oleh mikroorganisme dalam kondisi anaerob, di mana molekul karbon kompleks yang terkandung di dalam bahan organik difermentasi atau diendapkan menjadi molekul dengan struktur yang lebih sederhana termasuk didalamnya [1]. Biogas merupakan salah satu bahan energi alternatif yang dikembangkan dengan memanfaatkan beberapa jenis limbah antara lain sisa makanan, sampah dan kotoran hewan. Dalam SNI ini disebutkan bahwa kadar metana (CH₄) dalam biogas harus berkisar antara 50-70%. Berdasarkan [4], kadar CH₄ pada biogas yang ideal adalah berkisar 60%-70%. Pada rentang tersebut, biogas memiliki nilai kalor tinggi dan kualitas baik sebagai bahan bakar. Oleh karena itu, spesifikasi kadar CH₄ 60%-70% menjadi acuan yang penting dalam menentukan standar biogas yang berkualitas tinggi.

B. Internet of Things

Inovasi terkini dalam pemantauan biodigester menggabungkan teknologi *Internet of Things* (IoT) dengan aplikasi seluler untuk mengawasi tingkat gas metana dalam bentuk *realtime*. Sistem canggih ini memanfaatkan berbagai sensor terintegrasi ke mikrokontroler ESP32. *Hardware* utama terdiri MQ 4 untuk deteksi gas metana, sensor suhu DS18B20, sensor tekanan BMP280, dan sensor pH SEN0161. Pada sisi *software*, pengembangan *Mobile application* menggunakan VS Code sebagai IDE, dengan Flutter untuk *user interface* yang interaktif dan responsif. komponen-komponen ini memudahkan pemantauan terhadap parameter dalam proses produksi biogas, memberikan akses mudah dan efisien bagi pengguna melalui *Mobile Application*

C. Firebase

Realtime database merupakan basis data yang dihosting di cloud. Data adalah disimpan sebagai bentuk JSON dan disinkronkan terus menerus ke setiap pengguna yang terkait. Saat Anda membuat aplikasi lintas platform aplikasi dengan iOS, Android, dan JavaScript SDK, maka sebagian besar permintaan pelanggan Anda didasarkan pada satu Contoh

Realtime database dan akibatnya mendapatkan mendapatkan pembaruan dengan data terbaru. Database adalah sebuah kumpulan data yang terorganisir. Database dapat disimpan secara local di komputer Anda atau dapat disimpan di penyimpanan cloud. Setiap aplikasi baik android, iOS atau aplikasi [5]



GAMBAR 1.
Firebase

Firebase menyediakan beragam pustaka yang kompatibel dengan berbagai *platform*, meliputi perangkat mobile dan situs web. Fleksibilitas Firebase memudahkan integrasi dengan bermacam kerangka kerja pengembangan, termasuk Java, JavaScript, dan Flutter. Kelebihan utama pada Firebase merupakan Application Programming Interface (API) yang inovatif. API ini memfasilitasi sinkronisasi dan pengelolaan data dalam bentuk Java Script Object Notation (JSON) di lingkungan cloud secara *realtime*. Fitur ini secara signifikan meningkatkan efisiensi pengembang dalam manajemen dan akses data aplikasi, menyederhanakan proses pengembangan dan pemeliharaan aplikasi.

D. Visual Studio Code

Visual Studio Code merupakan editor kode sumber yang ringan namun tangguh yang berjalan di desktop Anda dan tersedia untuk Windows, macOS, dan Linux. Dilengkapi dengan dukungan bawaan untuk JavaScript, TypeScript, dan Node.js serta memiliki ekosistem ekstensi yang lengkap untuk bahasa dan *runtime* lain meliputi C++, C#, Java, Python, PHP, Go, Dart. [6]



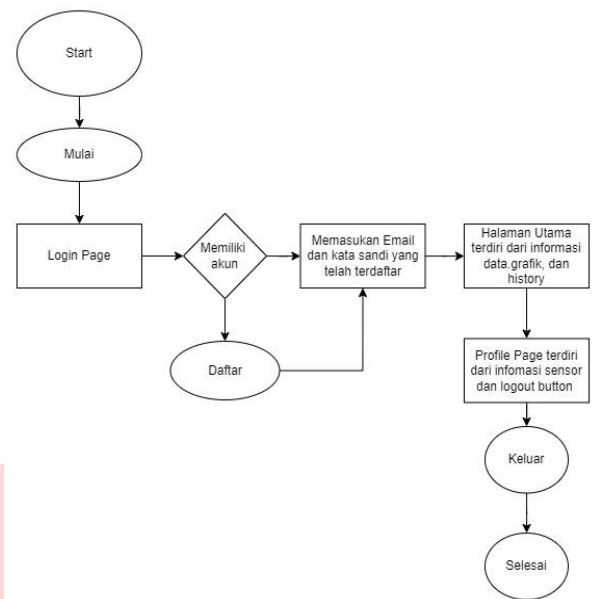
Visual Studio Code

GAMBAR 2.
Visual Studio Code

Visual Studio Code menjalani pengembangan dan peningkatan kualitas untuk menjamin pengguna-penggunanya memiliki akses fungsi serta perbaikan kesalahan. Fitur open source perangkat lunak ini memfasilitasi kontribusi aktif dari komunitas perangkat lunak GitHub.

III. METODE

A. Diagram Alur Aplikasi



Aplikasi Smart Biogas merupakan solusi inovatif yang dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi pemantauan produksi biogas. Dengan fokus pada kemudahan penggunaan, aplikasi ini menyajikan data secara *realtime*, memudahkan pengguna untuk mengawasi proses produksi dengan seksama. Fitur unggulan aplikasi ini adalah sistem peringatan yang akan aktif ketika produksi biogas melampaui parameter ideal yang telah ditetapkan. Berikut alur kerja dari aplikasi Smart Biogas :

1. Pengguna memulai dengan membuka aplikasi Smart Biogas yang telah diinstal sebelumnya pada perangkat
2. Setelah itu, pengguna akan dialihkan ke *landing page*
3. Setelah *landing page* pengguna langsung diarahkan ke *login page* untuk memasukkan kredensial pengguna. Bagi pengguna baru, tersedia opsi pendaftaran untuk membuat akun. Setelah berhasil membuat akun, pengguna dapat mengakses aplikasi dengan *email* dan kata sandi yang baru didaftarkan
4. Setelah *login*, pengguna dapat melihat halaman utama dengan data terbaru dari sensor dan pengguna juga dapat melihat grafik data historis dari sensor
5. Ketika pengguna telah selesai pemantauan, pengguna mengakses halaman profil yang terdiri informasi tentang parameter biogas. Untuk keluar dari aplikasi Smart Biogas pengguna dapat memilih opsi *log out* yang tersedia pada halaman ini.

B. Software dan Hardware

Realisasi Aplikasi Smart Biogas bergantung pada perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*). Berikut adalah komponen-komponen yang diperlukan dalam proses pengembangan.

1. Visual Studio Code (VS Code)

Selama pembuatan aplikasi Smart Biogas menggunakan perangkat lunak VS code 1.92.0 *version* dengan kontribusi Flutter v3.94.0 *version*

2. Perangkat Laptop

Perangkat yang digunakan dalam pembuatan Aplikasi Smart Biogas memiliki rincian pada Tabel 1.

TABEL 1.
Rincian Perangkat

NO	Keterangan	Detail
----	------------	--------

1	Perangkat	Lenovo LoQ
2	RAM	8 GB
3	Processor	12th Gen Intel(R) Core(TM) i5-23560HX
4	Windows	11 home

3. Ponsel Seluler

Ponsel Seluler yang digunakan untuk pengujian aplikasi Smart Biogas dengan rincian pada tabel 2.

TABEL 2.
Rincian *Smartphone*

NO	Keterangan	Detail
1	Ponsel Seluler	Xioami Note 11 Pro
2	RAM	8 GB
3	Sistem Operasi	Android 11

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam merancang aplikasi Smart Biogas ini, dilakukan tiga jenis pengujian terdiri dari *blackbox testing*, *Quality of Services (QoS) testing* serta *system Usability Scale (SUS) testing*

A. Blackbox testing

Black box testing merupakan teknik pengujian software yang tidak memerlukan pengetahuan rinci tentang struktur aplikasi. Fokusnya hanya pada aspek dasar dari sistem yang sedang berjalan. Pengujian *Black box* telah selesai dilakukan pada seluruh halaman dan fitur dalam aplikasi. Sebagian besar halaman dan fitur beroperasi secara optimal dan sesuai ekspektasi

. Hasil Pengujian Setelah menguji semua halaman aplikasi sesuai dengan skenario pengujian yang dapat disimpulkan bahwa aplikasi Smart Biogas berfungsi sebagaimana mestinya. Dari total 12 skenario pengujian yang telah dilaksanakan, seluruh skenario berhasil dijalankan dengan baik dan sesuai dengan harapan

B. System Usability Scale testing

Pengujian usability pada *mobile application* ini menggunakan metode *System Usability Scale (SUS)* dengan menyertakan 10 responden. Sebelum mengisi kuesioner SUS, responden diarahkan untuk menjelajahi dan menggunakan berbagai fitur *mobile application*, seperti menavigasi untuk mencari informasi tertentu. Setelah itu, responden mengisi kuesioner SUS yang terdiri dari 10 pertanyaan dengan skala penilaian 1-5, di mana 1 menunjukkan sangat tidak setuju dan 5 menunjukkan sangat setuju. Pertanyaan-pertanyaan tersebut mencakup aspek efektivitas, efisiensi, dan kepuasan pengguna terhadap aplikasi yang diuji. kan pengujian sebelumnya, tes dengan 5 responden sudah cukup untuk menemukan masalah *usability* yang tidak berbeda jauh dari pengujian dengan lebih banyak responden[4]. Metode yang umum digunakan untuk mengevaluasi *usability* adalah *System Usability Scale (SUS)* yang menyediakan pengukuran subjektif namun terstandarisasi terhadap persepsi pengguna tentang kegunaan sebuah sistem [5]

TABEL 3.
Pengujian *System Usability Scale*

Aspect	Score
<i>SUS Average Score</i>	71
<i>Highest Score</i>	100
<i>Lowest Score</i>	65

Berdasarkan hasil analisis *usability* menggunakan *System Usability Scale (SUS)*, aplikasi menunjukkan tingkat kegunaan yang cukup baik dengan skor rata-rata 75. Tabel 5.4 menampilkan rincian skor SUS dari para responden, menunjukkan variasi penilaian dengan skor tertinggi 100, skor terendah 65, dan mayoritas skor berkisar antara 65-77.5, 61 mengindikasikan konsistensi pengalaman pengguna. Skor ini menempatkan aplikasi dalam zona “*Acceptable*” pada skala *acceptability*.

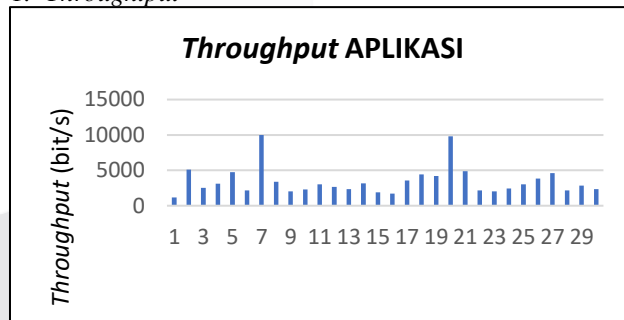
C. Quality of Service testing

Quality of Service (QoS) merupakan sebuah metode untuk menghitung dan mengevaluasi kualitas suatu jaringan dan layanannya. Sederhananya, QoS bertujuan untuk memastikan bahwa jaringan dan layanannya dapat memberikan performa yang optimal dan sesuai dengan kebutuhan penggunanya [6]. Pengujian *Quality of Service (QoS)* dari aplikasi ini menggunakan standar ITU-T G.1010 yang terdapat pada Tabel 4

TABEL 4.
Standar ITU-T G.1010

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

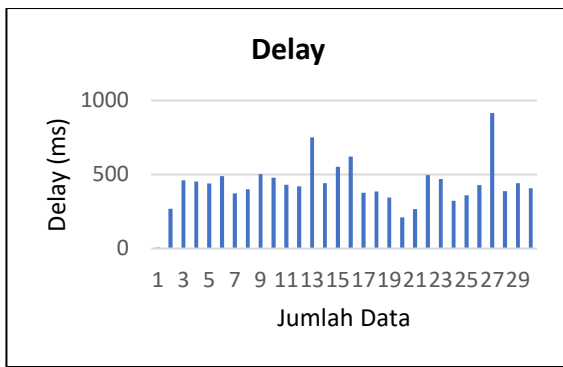
1. Throughput



GAMBAR 3.
Pengujian *Throughput* Aplikasi

Pada gambar 3, rata-rata *throughput* yang diukur adalah 3462.81 bps. Pengukuran *throughput* menampilkan terjadinya fluktuasi signifikan dengan nilai *throughput* tertinggi mencapai 10.000 bps pada percobaan ke-7 dan *throughput* terendah sekitar 1172 bps pada percobaan pertama. Meskipun terjadi variasi yang besar, sebagian besar nilai *throughput* terletak di kisaran yang sesuai standar. *Throughput* yang tinggi menunjukkan kapasitas transfer data yang baik, yang esensial untuk memastikan bahwa aplikasi dapat melayani pengguna dengan efisien dan cepat.

2. Delay



GAMBAR 4.
Pengujian Delay Aplikasi

Berdasarkan gambar 4, data yang ditampilkan dalam grafik, rata-rata *delay* dapat dihitung dengan menambahkan semua nilai *delay* dan membaginya dengan jumlah data. Setelah melakukan perhitungan, diperoleh rata-rata *delay* sekitar 0,473 s atau 473 ms. Hasil ini menunjukkan bahwa kinerja jaringan atau sistem yang diukur mengalami masalah *delay* yang signifikan. Variasi *delay* yang tinggi, dengan beberapa puncak mencapai lebih dari 0,9 s, mengindikasikan ketidakstabilan dalam kinerja jaringan.

V. KESIMPULAN

Sistem pemantauan biodigester telah menggabungkan teknologi IoT dan *mobile application* untuk memantau tingkat gas metana secara *realtime*, memanfaatkan sensor-sensor terintegrasi yang terhubung ke mikrokontroler ESP32. Pengembangan *mobile application* menggunakan Flutter telah menghasilkan antarmuka pengguna yang interaktif dan responsif, memudahkan akses bagi pengguna untuk memantau parameter dalam proses produksi biogas. Pengujian *throughput* menunjukkan variasi yang cukup besar, namun sebagian besar berada dalam kisaran yang dapat diterima, mengindikasikan kapasitas transfer data yang baik. Hasil uji *usability* menggunakan SUS menunjukkan aplikasi berada dalam zona "Acceptable" dengan skor rata-rata 75, menandakan pengalaman pengguna yang cukup baik. Namun, hasil pengujian *delay* menunjukkan masalah yang signifikan, dengan rata-rata *delay* sekitar 0,473 detik dan variasi yang tinggi, mengindikasikan ketidakstabilan dalam kinerja jaringan. Secara keseluruhan, sistem pemantauan biodigester telah berhasil memanfaatkan teknologi IoT dan *mobile application*, namun masih perlu perbaikan pada kinerja jaringan untuk meningkatkan pengalaman pengguna.

REFERENSI

- [1] M. Walker, K. Iyer, S. Heaven, dan C. J. Banks, "Ammonia removal in anaerobic digestion by biogas stripping: An evaluation of process alternatives using a first order rate model based on experimental findings," *Chemical Engineering Journal*, vol. 178, hlm. 138–145, Des 2011, doi: 10.1016/j.cej.2011.10.027.
- [2] S. Khedkar dan S. Thube, "Real Time Databases for Applications," *International Research Journal of Engineering and Technology*, 2017, [Daring]. Tersedia pada: www.irjet.net
- [3] vs code, "Visual Studio Code," <https://code.visualstudio.com/docs>.
- [4] "Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1." Diakses: 18 Juli 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>
- [5] U. Ependi, T. B. Kurniawan, dan F. Panjaitan, "System Usability Scale Vs Heuristic Evaluation: A Review," *Jurnal SIMETRIS*, vol. 10, no. 1, 2019.
- [6] "Series G: Transmission Systems and Media, Digital Systems and Systems Quality of Service and Performance," 2001.