

Perancangan Sistem Monitoring Tekanan dan Konsentrasi Gas Metana Pada Biodigester

1st Fahriza Amartya Nugroho
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

fahrizaan@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Ekki Kurniawan
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ekkekurniawan@telkomuniversity.ac.id

3rd Jangkung Raharjo
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

jangkungraharjo@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Penanganan limbah organik menjadi perhatian serius di berbagai negara, terutama di daerah perkotaan yang padat penduduk. Artikel ini mengusulkan solusi berbasis Internet of Things (IoT) dengan mengintegrasikan aplikasi Android, mikrokontroler, serta sensor pendeteksi gas metana dan sensor tekanan gas. Tujuannya adalah untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah organik dan meminimalkan dampak lingkungan. Aplikasi Android berfungsi sebagai antarmuka pengguna yang memungkinkan pemantauan langsung terhadap tingkat gas metana dan tekanan gas dalam wadah sampah organik. Mikrokontroler bertugas mengumpulkan data dari sensor-sensor tersebut dan mentransmisikannya melalui koneksi WiFi ke aplikasi Android. Dengan data yang akurat dan real-time, pengguna dapat mengambil tindakan cepat dalam mengelola dan mengolah sampah organik. Hasil pengujian sensor gas metana dengan enam set data berbeda menunjukkan rentang konsentrasi antara 1015 ppm hingga 1034 ppm, dan rentang tekanan antara 0,9 atm hingga 1 atm. Implementasi solusi ini diharapkan dapat mengurangi peningkatan volume sampah, mengurangi emisi gas rumah kaca, serta meningkatkan potensi energi terbarukan melalui pemanfaatan biogas.

mikrokontroler dan sensor pendeteksi gas metana serta sensor tekanan gas. Integrasi ini diharapkan dapat memberikan informasi yang lebih lengkap dan akurat kepada pengguna tentang tingkat gas metana dan tekanan gas dalam wadah sampah organik. Dengan begitu, pengambilan keputusan dalam pengelolaan dan pengolahan sampah organik dapat lebih tepat waktu dan efisien, berpotensi mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan masyarakat sekitar.

Kata Kunci : Internet of Things, Biogas, Limbah.

I. PENDAHULUAN

Di tengah pertumbuhan populasi yang terus meningkat dan urbanisasi yang pesat, masalah pengelolaan sampah organik telah menjadi tantangan serius dalam konteks lingkungan global. Terutama di daerah perkotaan yang padat penduduknya, peningkatan volume sampah organik telah menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat. Sampah organik memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan, terutama melalui produksi biogas. Namun, pengelolaan yang tidak efektif, kurangnya kesadaran masyarakat, serta keterbatasan teknologi telah menghambat pemanfaatan potensi ini secara optimal.

Seiring dengan perkembangan teknologi, konsep Internet of Things (IoT) telah muncul sebagai solusi yang menjanjikan dalam mengatasi berbagai tantangan di berbagai sektor, termasuk pengelolaan sampah. Melalui koneksi sensor-sensor dengan jaringan internet, informasi yang akurat dan real-time dapat dikumpulkan dan dianalisis untuk mengambil tindakan yang tepat waktu. Dalam konteks pengelolaan sampah organik, integrasi IoT dengan sensor pendeteksi gas metana dan sensor tekanan gas memiliki potensi untuk memberikan data yang lebih akurat dan mendalam tentang kondisi dalam wadah sampah. Dengan adanya informasi ini, pengambilan keputusan dapat dilakukan dengan lebih efisien, sehingga pengelolaan sampah organik dapat ditingkatkan dengan cara yang lebih berkelanjutan.

Dalam rangka mewujudkan solusi yang lebih efektif dalam pengelolaan sampah organik melalui pendekatan IoT, penelitian ini bertujuan untuk mengintegrasikan aplikasi Android dengan

II. KAJIAN TEORI

A. Biogas

Biogas adalah gas yang dihasilkan melalui proses dekomposisi mikroba anaerobik dari bahan-bahan organik, seperti sampah organik, limbah pertanian, dan limbah lainnya. Proses anaerobik ini terjadi dalam kondisi tanpa udara di lingkungan yang terkontrol, biasanya dalam reaktor biogas. Proses ini menghasilkan campuran gas utama yang terdiri dari metana (CH₄) dan karbondioksida (CO₂), bersama dengan beberapa gas lain seperti nitrogen, hidrogen, dan sulfida hidrogen. Metana adalah komponen utama yang memberikan nilai energi pada biogas dan dapat digunakan sebagai sumber energi terbarukan.

Pemanfaatan biogas memiliki berbagai potensi manfaat, termasuk sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Biogas dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak, pemanasan, serta sebagai sumber listrik melalui generator gas. Selain itu, proses produksi biogas juga membantu mengurangi dampak lingkungan dengan mengurangi emisi metana, yang merupakan gas rumah kaca yang lebih kuat daripada CO₂. Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi biogas meliputi komposisi bahan baku, suhu, pH, keberadaan mikroorganisme yang efisien, dan waktu retensi hidup dalam reaktor. Oleh karena itu, pengelolaan yang cermat terhadap parameter-parameter ini sangat penting untuk memastikan produksi biogas yang optimal.

B. Sensor MQ-4

Sensor gas MQ-4 adalah salah satu jenis sensor gas yang sering digunakan untuk mendeteksi gas metana dalam lingkungan. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip perubahan resistansi elektrik pada material sensitif di dalamnya ketika terpapar gas tertentu. Pada sensor MQ-4, material sensitif tersebut adalah timbal (Pb) oksida yang memiliki konduktivitas yang bervariasi tergantung pada konsentrasi gas metana di sekitarnya. Ketika sensor terpapar gas metana, resistansi material sensitif menurun, dan perubahan ini diukur dan dikonversi menjadi sinyal output yang dapat diinterpretasikan sebagai tingkat konsentrasi gas metana. Sensor MQ-4 biasanya digunakan dalam aplikasi yang memerlukan pemantauan dan deteksi gas metana, seperti sistem peringatan kebocoran gas di rumah, fasilitas industri, dan area potensial lainnya yang rentan terhadap kehadiran gas metana.



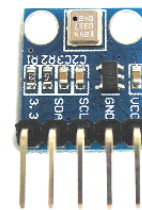
GAMBAR 1
Sensor MQ-4

Penting untuk diingat bahwa sensor MQ-4 khususnya sensitif terhadap gas metana dan tidak cocok untuk mendeteksi gas lain, seperti karbon dioksida atau karbon monoksida. Selain itu, perlu diingat bahwa sensitivitas dan respons sensor dapat bervariasi tergantung pada suhu, kelembaban, dan lingkungan sekitarnya. Kalibrasi dan pengujian sensor secara berkala diperlukan untuk memastikan kinerja yang akurat dan konsisten. Dalam sistem yang lebih kompleks, seperti aplikasi IoT yang

terhubung dengan mikrokontroler dan aplikasi Android, sensor MQ-4 dapat berfungsi sebagai komponen penting dalam memonitor dan memberikan informasi real-time tentang konsentrasi gas metana dalam lingkungan.

C. Sensor BMP180

Sensor BMP180, juga dikenal sebagai Barometric Pressure Sensor, adalah sensor yang dirancang untuk mengukur tekanan atmosfer dan suhu di sekitar lingkungan. Sensor ini menggunakan teknologi MEMS (Microelectromechanical Systems) untuk menghasilkan data akurat tentang tekanan atmosfer dan suhu dengan konsumsi daya yang rendah. BMP180 memiliki kemampuan untuk mengukur tekanan atmosfer dari ketinggian yang rendah hingga ketinggian yang lebih tinggi, serta suhu lingkungan. Data tekanan atmosfer yang diperoleh dari sensor ini dapat digunakan untuk memprediksi perubahan cuaca, menghitung ketinggian di atas permukaan laut, serta mendukung aplikasi seperti navigasi dan monitoring lingkungan.



GAMBAR 2
Sensor BMP180

Salah satu fitur unik dari BMP180 adalah kemampuannya untuk memberikan data presisi tinggi dalam bentuk digital melalui antarmuka I²C (Inter-Integrated Circuit) atau SPI (Serial Peripheral Interface). Sensor ini dilengkapi dengan kalibrasi yang sudah terintegrasi di dalamnya, sehingga pengguna tidak perlu melakukan kalibrasi tambahan. Dengan ukurannya yang kecil dan konsumsi daya yang rendah, BMP180 dapat digunakan dalam berbagai aplikasi seperti cuaca, navigasi, pemantauan lingkungan, dan pengukuran ketinggian. Dalam konteks aplikasi IoT yang menghubungkan sensor-sensor dengan mikrokontroler dan platform digital lainnya, BMP180 dapat memberikan kontribusi penting dalam mengumpulkan data tekanan atmosfer dan suhu secara akurat dan efisien.

D. Aplikasi Android

Aplikasi Android, yang dirancang khusus untuk berjalan pada sistem operasi Android, mencakup berbagai macam fungsi dari komunikasi hingga hiburan. Bahasa pemrograman seperti Java atau Kotlin digunakan untuk mengembangkan aplikasi Android, dengan antarmuka pengguna (UI) yang interaktif memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan aplikasi secara intuitif. Memasuki ranah kerangka kerja pengembangan aplikasi lintas platform, Flutter, yang dikembangkan oleh Google sebagai proyek open-source, menyediakan pendekatan yang inovatif dalam menciptakan aplikasi Android (dan juga iOS). Flutter menggunakan bahasa pemrograman Dart yang juga dikembangkan oleh Google, dan menjadi pilihan populer untuk pengembangan aplikasi yang memiliki tampilan yang menarik dan konsisten di berbagai platform.

Flutter, di sisi lain, adalah kerangka kerja pengembangan

aplikasi open-source yang dikembangkan oleh Google. Itu memberikan platform yang efektif untuk mengembangkan aplikasi lintas platform, terutama Android dan iOS, dengan menggunakan satu kode basis. Flutter menggunakan bahasa pemrograman Dart yang juga dikembangkan oleh Google. Salah satu fitur kunci dari Flutter adalah widget-widget kaya yang dapat disesuaikan, yang memungkinkan pengembang untuk membuat antarmuka pengguna yang menarik dan dinamis. Fitur "Hot Reload" dalam Flutter memungkinkan pengembang melihat perubahan dalam kode secara instan tanpa harus menghentikan dan memulai ulang aplikasi.

Dengan dukungan plugin dan integrasi yang mudah untuk fitur-fitur perangkat dan layanan pihak ketiga, Flutter memberikan fleksibilitas dalam mengembangkan aplikasi yang berperforma tinggi dan menarik. Kelebihan utama lainnya adalah konsistensi tampilan antarmuka pengguna di berbagai perangkat, karena Flutter menggunakan widget-widget kustom yang memungkinkan desain yang sama dapat diterapkan pada berbagai platform. Kesederhanaan pengembangan lintas platform dan potensi pengembangan cepat telah membuat Flutter menjadi pilihan utama dalam menciptakan aplikasi Android yang modern dan responsif.

E. Nodemcu Esp8266

NodeMCU ESP8266 adalah mikrokontroler yang populer digunakan dalam berbagai proyek Internet of Things (IoT). Memiliki dukungan Wi-Fi yang terintegrasi, NodeMCU memungkinkan perangkat ini terhubung dengan jaringan nirkabel dan berkomunikasi dengan perangkat lain atau bahkan mengunggah data ke cloud. Sensor MQ-4, yang digunakan untuk mendeteksi gas metana, dapat dihubungkan dengan NodeMCU melalui pin analog atau digital. Sensor ini akan memberikan data resistansi gas metana, yang dapat diubah menjadi konsentrasi gas metana dalam lingkungan. Sensor BMP180, di sisi lain, dapat dihubungkan dengan NodeMCU melalui antarmuka I2C. Sensor ini memberikan data tekanan atmosfer dan suhu, yang bermanfaat dalam mengukur ketinggian atau memantau perubahan cuaca. NodeMCU berperan sebagai pusat pengolahan data, mengambil data dari kedua sensor ini dan dapat meneruskan informasi tersebut melalui Wi-Fi ke platform pengolahan atau penyimpanan data.



GAMBAR 3
Esp8266

Integrasi NodeMCU ESP8266 dengan sensor MQ-4 dan BMP180 dapat memberikan keuntungan dalam pemantauan lingkungan yang lebih akurat dan responsif. Mikrokontroler ini memiliki sumber daya yang cukup untuk mengolah data dari kedua sensor tersebut dan mengirimkan data melalui jaringan Wi-Fi. Penggunaan NodeMCU memungkinkan pembuatan sistem pemantauan gas metana yang berbasis IoT, di mana data deteksi gas dapat dianalisis secara real-time dan tindakan dapat diambil lebih cepat jika terdeteksi konsentrasi gas yang berbahaya. Selain itu, integrasi dengan

sensor BMP180 memperkaya data dengan informasi tekanan atmosfer dan suhu, yang berguna dalam berbagai aplikasi seperti pemantauan cuaca atau pengukuran ketinggian dalam lingkungan tertentu.

Namun, dalam menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler untuk sensor MQ-4 dan BMP180, penting untuk memperhatikan aspek pengaturan dan kalibrasi. Setiap sensor memiliki karakteristik sendiri dan bisa berdampak pada interpretasi data yang akurat. Oleh karena itu, perlu dilakukan kalibrasi sensor secara tepat untuk memastikan bahwa data yang diterima oleh NodeMCU memiliki nilai yang sesuai dengan kondisi lingkungan yang sebenarnya. Selain itu, keandalan koneksi Wi-Fi juga harus diperhatikan, karena ini akan mempengaruhi pengiriman data secara konsisten. Dengan memperhatikan faktor-faktor ini, integrasi NodeMCU ESP8266 dengan sensor MQ-4 dan BMP180 dapat menghasilkan sistem pemantauan lingkungan yang efektif dan handal dalam berbagai aplikasi IoT.

F. Firebase

Firebase adalah platform pengembangan aplikasi yang dikembangkan oleh Google, yang menyediakan berbagai layanan dan alat untuk membangun, mengelola, dan mengoptimalkan aplikasi berbasis web dan seluler. Salah satu fitur utama Firebase adalah layanan penyimpanan data dan pengelolaan basis data secara real-time, yang memungkinkan pengembang untuk menyimpan dan mengambil data dari aplikasi dengan cepat dan mudah. Firebase juga menyediakan otentikasi pengguna, memungkinkan integrasi dengan layanan pihak ketiga seperti Google, Facebook, dan Twitter untuk memungkinkan login dan otentikasi yang aman. Selain itu, Firebase juga menawarkan layanan hosting, notifikasi push, analitik, dan masih banyak lagi, yang semuanya dapat diakses dan dikelola melalui console Firebase yang intuitif.

Dengan adanya Firebase, pengembang dapat menghemat waktu dan usaha dalam mengembangkan komponen-komponen penting dari aplikasi, seperti manajemen data, otentikasi, dan analitik. Firebase juga menghadirkan solusi backend yang kuat tanpa perlu mengelola infrastruktur server secara langsung. Penggunaan Firebase memungkinkan pengembang untuk fokus pada pengembangan fitur-fitur inti aplikasi dan memberikan pengalaman pengguna yang lebih baik melalui layanan yang terintegrasi dan dapat diandalkan. Dengan dukungan dari komunitas yang besar dan berbagai sumber daya dokumentasi yang tersedia, Firebase menjadi pilihan yang populer dalam pengembangan aplikasi yang skalabel, responsif, dan memiliki konektivitas real-time dengan pengguna.

III. METODE

A. Diagram Fungsi Rancangan Pembuatan Biogas

Pada skema rancangan sistem, terdapat masukan dalam bentuk sampah organik dan sensor pendeteksi tekanan gas. Sampah organik dimasukkan ke dalam tabung reaksi bersama dengan limbah organik, kemudian dicampur dengan air dalam perbandingan 1:2 melalui proses pengadukan. Setelah pencampuran sempurna terjadi, campuran tersebut dibiarkan mengendap dalam biodigester

selama beberapa minggu untuk menghasilkan gas metana. Sensor akan mendeteksi keberadaan gas metana dan mengirimkan data ke perangkat ponsel untuk ditampilkan.



GAMBAR 4
Diagram Fungsi

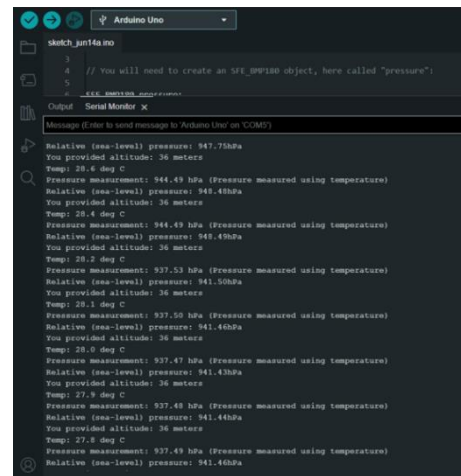
Diagram fungsi ini menggambarkan proses produksi gas metana melalui pengolahan limbah organik dan air, serta deteksi tekanan dan konsentrasi gas menggunakan sensor. Input pertama adalah limbah organik dan air, yang dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian, melalui pengadukan, limbah organik dicampur dengan air dalam rasio 1:2. Proses pencampuran ini bertujuan untuk memastikan bahwa bahan organik terurai dengan baik dan membentuk lingkungan yang sesuai untuk produksi gas metana. Setelah pencampuran selesai, campuran ini dibiarkan mengendap dalam biodigester selama beberapa minggu. Pada tahap ini, mikroorganisme akan mendegradasi bahan organik menjadi gas metana, yang terperangkap di dalam biodigester.

Selama proses pengendapan di biodigester, sensor pendeteksi tekanan dan konsentrasi gas bekerja untuk memonitor kondisi dalam biodigester. Sensor ini mengukur perubahan tekanan dan konsentrasi gas di dalam biodigester, yang dapat menjadi indikator aktivitas mikroorganisme dan produksi gas metana. Data yang diterima oleh sensor tersebut kemudian diolah. Mikrokontroler berfungsi sebagai otak sistem, mengambil data dari sensor dan menganalisisnya. Jika ada perubahan yang signifikan dalam tekanan dan konsentrasi gas, mikrokontroler akan mengirimkan sinyal untuk menandakan adanya produksi gas metana yang berlangsung. Data ini kemudian dikirimkan ke aplikasi melalui koneksi yang sesuai, seperti WiFi atau Bluetooth. Di aplikasi, data yang diterima dari mikrokontroler dapat ditampilkan dalam bentuk informasi yang mudah dimengerti oleh pengguna, misalnya grafik atau angka yang mencerminkan konsentrasi gas metana yang dihasilkan. Dengan cara ini, pengguna dapat memantau dan mengontrol proses produksi gas metana dengan lebih efektif dan responsif.

B. Akurasi Sensor

Akurasi sensor yang baik sangat penting dalam proses pengiriman data monitoring tekanan gas dan konsentrasi gas metana. Sensor dengan akurasi yang baik mampu menghasilkan data yang lebih presisi dan dapat diandalkan, meminimalkan kesalahan pengukuran dan memberikan gambaran yang akurat tentang kondisi dalam biodigester. Dalam hal deteksi tekanan, akurasi sensor memastikan bahwa perubahan tekanan yang terjadi akurat dan dapat diinterpretasikan dengan tepat, mengindikasikan aktivitas mikroorganisme dan perubahan kondisi dalam biodigester. Sementara itu, dalam pengukuran konsentrasi gas metana, akurasi sensor menghasilkan data yang representatif tentang jumlah gas metana yang dihasilkan selama proses dekomposisi bahan organik. Dengan akurasi yang baik, data yang diterima oleh sensor dapat memberikan gambaran yang

akurat tentang efisiensi proses produksi gas metana, sehingga memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam mengelola dan mengoptimalkan produksi gas metana. Dari pengujian didapatkan hasil sebagai berikut :



Sensor konsentrasi gas telah menjalani serangkaian pengujian yang melibatkan pengambilan lebih dari 10 data berbeda. Pengujian ini dirancang untuk menguji performa sensor dalam mengukur variasi konsentrasi gas metana yang terjadi dalam berbagai situasi dan kondisi. Dengan mengumpulkan lebih dari 10 data berbeda, kami dapat menganalisis respon sensor terhadap perubahan konsentrasi gas secara luas, dan memastikan bahwa sensor memberikan hasil yang konsisten dan akurat. Data yang dikumpulkan dari pengujian ini akan memberikan wawasan tentang sensitivitas sensor terhadap perubahan konsentrasi gas metana, serta membantu dalam menilai apakah sensor ini cocok untuk digunakan dalam memantau produksi gas metana dalam digester dengan tingkat akurasi yang diharapkan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem dilakukan pada lingkungan kampus Telkom University. Setelah sensor dan komponen IOT lainnya selesai terinstal pada biodigester, selanjutnya dilakukan pengujian untuk mengetahui system monitoring berjalan sempurna.

A. Konsentrasi gas metana

Pengujian sensor MQ-4 telah dilakukan selama satu jam dengan pengambilan enam set data berbeda. Pengujian ini bertujuan untuk memeriksa respon sensor terhadap variasi konsentrasi gas metana selama periode waktu yang signifikan. Dalam kurun waktu satu jam tersebut, sensor MQ-4 telah menghasilkan enam data yang berbeda, yang mewakili perubahan konsentrasi gas metana dalam lingkungan. Data-data ini akan membantu dalam mengidentifikasi pola dan tren dalam respons sensor terhadap fluktuasi konsentrasi gas, serta menginformasikan tentang konsistensi kinerja sensor.

Data Pembentukan Konsentrasi Gas Metana		
Tanggal	Kegiatan	Hasil
1 Agustus 2023	Pengecekan gas metana	1285 ppm
6 Agustus 2023	Pengecekan gas metana	1895 ppm
11 Agustus 2023	Pengecekan gas metana	1478 ppm
16 Agustus 2023	Pengecekan gas metana	1254 ppm
21 Agustus 2023	Pengecekan gas metana	1024 ppm

GAMBAR 7

Konsentrasi gas metana

Pengujian sensor konsentrasi gas metana dengan enam data berbeda antara pukul 09.10 WIB hingga 10.00 WIB menunjukkan variasi yang dapat diamati dalam respons sensor terhadap perubahan konsentrasi gas metana. Data yang diambil mencakup kisaran dari 1015 ppm hingga 1034 ppm. Dari analisis ini, dapat disimpulkan bahwa sensor mampu mendeteksi fluktuasi konsentrasi gas metana dalam kisaran yang diuji dengan cukup baik. Meskipun perubahan dalam rentang ini relatif kecil, respons sensor terhadap perubahan tersebut cukup stabil dan konsisten, mengindikasikan bahwa sensor memiliki sensitivitas yang sesuai untuk mendeteksi variasi konsentrasi gas metana dalam interval waktu tertentu. Hasil pengujian ini dapat memberikan informasi penting dalam menilai kemampuan sensor dalam mendeteksi perubahan konsentrasi gas metana dalam pengaturan penggunaan sehari-hari, serta memberikan dasar untuk evaluasi lebih lanjut terkait akurasi dan keandalan sensor dalam aplikasi praktis.

B. Tekanan Gas Metana

Pengujian sensor BMP180 telah dilaksanakan selama satu jam dengan mengumpulkan enam set data yang berbeda. Pengujian ini bertujuan untuk menguji kinerja sensor dalam mengukur perubahan tekanan atmosfer selama periode waktu yang signifikan. Selama satu jam tersebut, sensor BMP180 berhasil menghasilkan enam set data yang berbeda, yang merefleksikan fluktuasi tekanan atmosfer dalam lingkungan. Analisis hasil pengujian ini akan memberikan wawasan tentang sensitivitas dan ketepatan sensor dalam mengukur perubahan tekanan atmosfer, serta memungkinkan untuk menilai konsistensi respons sensor dalam jangka waktu yang lebih lama.

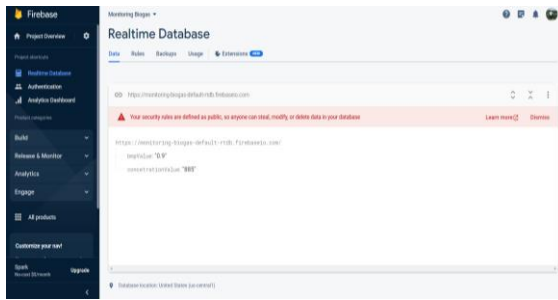
Tanggal	Kegiatan	Hasil
1 Agustus 2023	Pengecekan gas metana	0,82 ATM
6 Agustus 2023	Pengecekan gas metana	1,3 ATM
11 Agustus 2023	Pengecekan gas metana	1,1 ATM
16 Agustus 2023	Pengecekan gas metana	1 ATM
21 Agustus 2023	Pengecekan gas metana	0,93 ATM

GAMBAR 8
Tekanan gas metana

Pengujian sensor tekanan gas metana dengan enam data berbeda antara pukul 09.10 hingga 10.00 WIB menghasilkan rentang data antara 0,9 atm hingga 1 atm. Dari hasil pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa sensor mampu mendeteksi perubahan tekanan atmosfer dalam kisaran yang diuji dengan akurasi yang memadai. Walaupun fluktuasi tekanan dalam rentang ini relatif kecil, respons sensor terhadap perubahan tersebut terlihat konsisten dan sesuai dengan harapan. Hasil pengujian ini memberikan informasi penting mengenai kemampuan sensor dalam mengukur perubahan tekanan atmosfer dalam konteks lingkungan yang nyata, serta memberikan landasan untuk evaluasi lebih lanjut terkait performa sensor dalam penggunaan praktis.

C. Firebase sebagai database

Firestore adalah platform pengembangan aplikasi berbasis cloud yang menawarkan berbagai layanan, termasuk layanan database yang sangat populer. Firestore dipilih sebagai database dalam monitoring karena menawarkan beberapa keunggulan yang sangat berguna dalam konteks ini. Salah satu keunggulan utama Firestore adalah kemudahannya dalam mengintegrasikan aplikasi dengan database secara real-time. Firestore Realtime Database, salah satu komponen Firestore, memungkinkan aplikasi untuk mengirim dan menerima data secara instan, sehingga sangat cocok untuk aplikasi yang memerlukan pemantauan yang cepat dan akurat. Selain itu, Firestore juga menyediakan autentikasi pengguna, penyimpanan file, dan analitik, yang semuanya dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan pemantauan aplikasi. Firestore juga memiliki dokumentasi yang baik dan komunitas yang besar, yang membuatnya menjadi pilihan yang kuat untuk pengembangan aplikasi monitoring.



GAMBAR 9
Tampilan monitoring pada *smartphone*

Perbedaan utama antara Firebase dan Antares terletak pada jenis layanan dan model data yang mereka tawarkan. Firebase menggunakan model database real-time yang berbasis JSON, yang sangat sesuai untuk aplikasi yang memerlukan sinkronisasi data yang cepat antara berbagai klien. Di sisi lain, Antares adalah platform IoT yang didesain khusus untuk mengelola data dari perangkat IoT (Internet of Things). Antares menggunakan model data yang lebih terfokus pada perangkat keras dan sensor, dan lebih berorientasi pada pengumpulan dan analisis data dari perangkat IoT. Dalam konteks monitoring, Antares mungkin lebih sesuai jika memiliki banyak perangkat IoT yang perlu dipantau dan dihubungkan ke satu platform. Firebase, sementara itu, lebih cocok untuk pemantauan aplikasi yang tidak terlalu bergantung pada perangkat keras dan lebih membutuhkan sinkronisasi data real-time. Pilihan antara keduanya akan tergantung pada kebutuhan spesifik proyek pemantauan.

D. Sistem Monitoring

Sistem monitoring biogas dengan menggunakan aplikasi Android merupakan solusi canggih yang memanfaatkan teknologi terkini untuk mengawasi dan mengontrol produksi biogas. Dalam sistem ini, sensor tekanan dan konsentrasi gas terpasang di dalam unit produksi biogas untuk mendeteksi dan mengukur tekanan serta konsentrasi gas metana yang dihasilkan. Data yang diperoleh dari sensor-sensor tersebut kemudian dikirim secara langsung melalui koneksi Firebase, sebuah platform komputasi awan, untuk disimpan dan diakses. Aplikasi Android yang terhubung dengan Firebase memungkinkan pengguna, seperti petani atau pengelola instalasi biogas, untuk memantau data produksi biogas secara real-time. Mereka dapat melacak perubahan tekanan dan konsentrasi gas, mengidentifikasi adanya potensi masalah atau penyimpangan, serta mengambil tindakan preventif atau korektif secara efisien. Sistem ini tidak hanya memberikan pemantauan yang lebih akurat dan responsif, tetapi juga memudahkan dalam pengelolaan dan optimalisasi produksi biogas secara keseluruhan.



GAMBAR 10
Tampilan monitoring pada *smartphone*

Sistem monitoring Android telah berhasil mengimplementasikan fungsinya secara optimal, dengan mampu menampilkan informasi yang diinginkan secara efektif. Melalui antarmuka yang intuitif, pengguna dapat dengan mudah mengakses data terkini mengenai konsentrasi gas metana dan tekanan gas metana yang dihasilkan oleh sistem biogas. Keberhasilan sistem ini juga tercermin dalam kemampuannya untuk melakukan pembaruan data secara otomatis setiap 5 detik, memastikan bahwa informasi yang disajikan dalam aplikasi selalu akurat dan up-to-date. Dengan demikian, aplikasi ini memberikan keuntungan berupa pemantauan yang akurat dan real-time, memungkinkan pengguna untuk merespons perubahan kondisi dengan cepat dan tepat.

V. KESIMPULAN

Pengujian sistem yang telah terealisasi memberikan hasil sesuai ekspektasi yang telah ditetapkan. Output yang dihasilkan adalah prototipe sistem yang mampu menghasilkan gas metana dari pengolahan limbah organik dan memungkinkan pemantauan melalui perangkat *smartphone* menggunakan sensor MQ-4, BMP180, dan mikrokontroler. Hasil Pengujian sensor konsentrasi gas metana dengan enam data berbeda menghasilkan rentang data antara 1015 ppm hingga 1034 ppm. Pengujian sensor tekanan gas metana dengan enam data berbeda menghasilkan rentang data antara 0,9 atm hingga 1 atm. Solusi pemantauan ini secara efektif memberikan kemudahan kepada pengguna untuk mendapatkan informasi langsung tentang kondisi gas metana dalam digester secara real time.

REFERENSI

- [1] Z. Abidin, "Manajemen Energi Hibrid Biogas Dan Energi Surya Pada Suplai Tenaga Listrik Industri Peternakan," *Energi Hibrid*, vol. II, no. 2, pp. 30-36, 2015.
- [2] A. I. N. Nurul Kusuma Wardhani, "Studi Tingkat Keasaman Air Hujan Berdasarkan Kandungan Gas CO₂, SO₂ Dan NO₂ Di Udara," *Prisma Fisika*, vol. III, no. 1, pp. 9-13, 2015.
- [3] W. A. Y. R. Bambang Iswanto, "Pengaruh Penambahan Gas Hidrogen Terhadap Peningkatan Gas Metan (CH₄) Pada Proses Dekomposisi Sampah Organik," *FALTI*, vol. VII, no. 3, pp. 96-105, 2016.
- [4] R. S. Yulianti, "Pemanfaatan Sensor Gas MQ-4 Untuk

- Mendeteksi Gas Metana Pada Limbah Ternak Sapi, Kerbau, Dan Kuda," UIN Alauddin, Makassar, 2020.
- [5] P. Hariwan, *Kajian Subtitusi Gas Dengan Energi Lain Pada Sektor Industri*, Jakarta: KESDM, 2013.
- [6] L. C. C. E. L. J. N. Jeanne Martje Paulus, "Penerapan Teknologi Biogas sebagai Sumber Bahan Bakar dan Pupuk Organik untuk Meningkatkan Kesejahteraan Petani di Desa Pinaling Minahasa Selatan," *Agrokreatif*, vol. VIII, no. 2, pp. 220-227, 2022.
- [7] I. H. B. Y. Atik Triwahyuni, "Strategi Keberlanjutan Pemanfaatan Energi Alternatif Biogas," *J-PAL*, vol. VI, no. 2, pp. 153-161, 2015.
- [8] A. S. R. S. Y. Iin Novianty, "Pemanfaatan Sensor Gas MQ-4 Untuk Mendeteksi Gas Metana Pada Limbah Ternak Sapi, Kerbau, Dan Kuda," *Ilmu Fisika*, vol. II, no. 2, pp. 35-44, 2020.
- [9] D. N. H. S. Kiki Baehaki, "Perancangan Biogas Fuel Meter (Boiler Sebagai Sistem Kontrol Gas Metana Pada Dlgester Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBG)," Universitas Pakuan, Bogor, 2020.
- [10] A. Febrian, "Analisis Kelayakan Finansial Instalasi Biogas Dalam Pengolahan Limbah Ternak Sapi Di Kabupaten Lombok Tengah," Pemerintah Kota Lombok, Lombok Tengah, 2013.