

Gas and Temperature Monitoring System on Biogas Digester to Improve Stove Performance

[Sistem Monitoring Gas dan Suhu pada Biogas Digester Untuk Meningkatkan Kinerja Kompor]

Dharma Ekita Putra Febrian ¹⁾, Arief Wisaksono ²⁾, Izza Anshory ³⁾, Jamaaluddin Jamaaluddin ⁴⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

³⁾ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

⁴⁾ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: ariefwisaksono@umsida.ac.id

Abstract. *This research presents an IoT-based monitoring system designed to enhance the efficiency of biogas-fueled stoves by closely tracking gas composition and temperature within a biogas digester. The system employs a DS18B20 sensor to maintain optimal fermentation temperature and an MQ-4 sensor to detect methane concentration, while an ESP32 microcontroller processes the sensor data. Information is then relayed in real time via the Blynk application. Test results indicate that the system accurately monitors changes in fermentation parameters, facilitating a more optimized fermentation process and improved biogas utilization. By providing real-time updates on digester conditions and stove performance, the technology supports better energy efficiency and promotes environmentally friendly renewable energy usage. Ultimately, this IoT solution offers sustainable benefits for both household and industrial applications, contributing to advancements in renewable energy and improved operational performance. Furthermore, the system shows robustness and versatility, making it ideal for varied scenarios.*

Keywords - MQ 4 Sensor, DS18B20 Sensor, IoT, Biogas Digesters

Abstrak. *Penelitian ini menyajikan sistem pemantauan berbasis IoT yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi kompor berbahan bakar biogas dengan melacak komposisi gas dan suhu di dalam digester biogas. Sistem ini menggunakan sensor DS18B20 untuk menjaga suhu fermentasi yang optimal dan sensor MQ-4 untuk mendeteksi konsentrasi metana, sementara mikrokontroler ESP32 memproses data sensor. Informasi kemudian disampaikan secara real time melalui aplikasi Blynk. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini secara akurat memonitor perubahan parameter fermentasi, memfasilitasi proses fermentasi yang lebih optimal dan meningkatkan pemanfaatan biogas. Dengan memberikan pembaruan secara real-time pada kondisi digester dan kinerja kompor, teknologi ini mendukung efisiensi energi yang lebih baik dan mempromosikan penggunaan energi terbarukan yang ramah lingkungan. Pada akhirnya, solusi IoT ini menawarkan manfaat yang berkelanjutan untuk aplikasi rumah tangga dan industri, yang berkontribusi pada kemajuan energi terbarukan dan peningkatan kinerja operasional. Selain itu, sistem ini menunjukkan ketahanan dan keserbagunaan, sehingga ideal untuk berbagai skenario*

Kata Kunci - Sensor MQ 4, Sensor DS18B20, IoT, Biogas Digester

I. PENDAHULUAN

Biogas adalah sumber energi yang baru dikembangkan yang dihasilkan melalui pencernaan anaerobik bahan organik seperti bahan tanaman, dan kotoran hewan. Anaerobik adalah Penguraian bahan organik oleh bakteri tanpa adanya oksigen. Produksi biogas adalah solusi yang efisien dan hemat biaya untuk menyediakan sumber energi alternatif[1]. Memanfaatkan biogas sebagai sumber energi tidak hanya membantu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, tetapi juga mengurangi emisi gas rumah dari rumah dan bisnis, sehingga meningkatkan perlindungan. Yang bertujuan untuk mengukur konversi energi yang dihasilkan dari biogas berbahan dasar kotoran sapi serta mensosialisasikan penggunaan biogas tersebut kepada masyarakat agar dapat dijadikan sebagai cikal bakal usaha baru.

Kompor gas adalah yang sudah sangat akrab di kalangan Masyarakat Indonesia. Alat ini telah menjadi bagian penting dalam kegiatan sehari-hari, terutama untuk keperluan memasak[2]. Hampir 25% penduduk desa sekarang menggunakan lingkungan kompor biogas untuk memasak sehari-hari. Namun, terdapat kendala dalam menjaga stabilitas nyala api dan efisiensi penggunaan biogas, karena kandungan metana yang rendah membuat konsumsi bahan bakar menjadi kurang efisien. Untuk mengukur volume dari tabung digester yaitu dengan rumus $V = \pi \times r^2 \times h$.

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

Alat yang disebut biogas digester digunakan untuk menghasilkan biogas melalui fermentasi anaerobic. Bahan utama untuk produksi biogas adalah bahan organik, biasanya berasal dari limbah seperti getah, kotoran kerbau, kambing, kuda, dan sumber lain[3]. Komponen utama biogas meliputi metana (CH_4), karbon dioksida (CO_2), hidrogen (H_2), dan hidrogen sulfida (H_2S), dengan konsentrasi metana mencapai 50-80% volume. Pada dasarnya suhu ideal untuk pembentukan biogas berkisar antara 32 hingga 37 derajat Celsius[4].

Metana terbentuk oleh aktivitas bakteri yang bekerja secara anaerobik, yaitu dalam kondisi tanpa oksigen. Kualitas dan kuantitas biogas yang dihasilkan secara signifikan dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk kelembaban dan kebocoran gas dalam digester dan kadar gas untuk mengetahui waktu kompor saat dinyalakan[5].

Sangat penting untuk mengawasi tingkat gas dan air di dalam digester biogas untuk memastikan bahwa proses fermentasi berjalan seefisien mungkin. Kondisi pengoperasian mesin seperti kecepatan, torsi, dan dimensi lubang. Faktor kedua adalah komposisi makanan, seperti jumlah dan jenis protein dan lemak yang ada[6]. Kelembaban yang berlebihan atau panas yang berlebihan dapat menghambat aktivitas mikroorganisme, sementara gas yang tidak sesuai dapat mengurangi efisiensi produksi biogas.

Oleh karena itu, diperlukan sistem monitoring yang dapat mengecek kondisi digester secara real time, memberikan data yang akurat untuk optimasi proses, dan meningkatkan efisiensi unit produksi biogas. Diharapkan sistem ini dapat memberikan informasi yang diperlukan untuk mengoptimalkan proses produksi biogas dan meningkatkan efisiensi pemanfaatannya sebagai bahan baku bahan bangunan yang ramah lingkungan. Pengembangan sistem sensor sebagai solusi untuk pemantauan dan kontrol yang efisien dari semua sistem lingkungan[7]. Diharapkan dengan adanya sistem monitoring yang baik, produktivitas digester biogas dapat meningkat dan dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi masyarakat dan lingkungan.

II. METODE

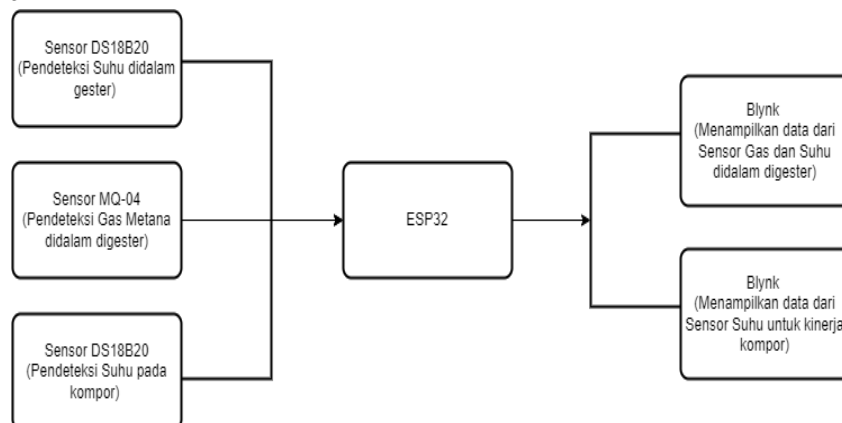
Dalam penelitian ini, para peneliti menggunakan metode penelitian dan pengembangan (R&D), atau lebih spesifik lagi, metodologi penelitian dan pengembangan. Metode penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menilai keefektifan produk yang bersangkutan dan untuk menghasilkan hasil yang diinginkan[8].

a. Analisa Sistem

Sistem monitoring gas dan suhu yang menggunakan Nodemcu Esp32 dapat menjadi kontrol antara alat dan blynk, dirancang untuk memberikan kemudahan yaitu mendeteksi gas dan suhu pada biogas melalui jaringan wifi serta mengetahui grafik pada gas agar bisa meningkatkan kinerja kompor ramah lingkungan. Sistem adalah satu kesatuan yang terdiri dari dua atau lebih komponen subsistem yang bekerja sama untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Di sisi lain, pemantauan adalah proses rutin mengumpulkan data dan melakukan penyesuaian terhadap objek saat ini[9].

Dengan demikian, sistem pemantauan adalah perangkat yang terkait erat yang berfungsi sebagai alat pemantauan. Internet of Things berfungsi sebagai alat pengumpul data yang mengumpulkan informasi dari berbagai objek yang terhubung dan mengirimkannya ke jaringan internet sehingga dapat digunakan untuk memberikan umpan balik dan kontrol terhadap objek tertentu[10]. Melalui berbagai aplikasi, IOT berusaha menggunakan internet untuk mempermudah aktivitas manusia, seperti pembelian tiket online, live streaming, pelacakan GPS, penggunaan sensor jarak jauh[11].

b. Blok Diagram



Gambar 1. Blok Diagram Sekarang

Sistem ini menggunakan sensor DS18B20 yang dipasang di dalam digester untuk memantau suhu. Peran sensor ini adalah memastikan suhu di dalam digester berada pada tingkat yang ideal agar proses fermentasi berlangsung dengan baik. Suhu yang sesuai sangat penting untuk mendukung aktivitas mikroorganisme yang bertugas menghasilkan gas metana.

Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan sensor MQ-04, yang dirancang khusus untuk mendeteksi gas metana di dalam digester. Sensor ini mengukur kadar gas metana yang terbentuk, sehingga dapat membantu mengevaluasi seberapa efektif proses fermentasi yang sedang berlangsung di dalam digester.

Sistem ini juga menggunakan sensor DS18B20 lain yang ditempatkan pada kompor berbahan bakar gas metana. Sensor ini berfungsi untuk memantau suhu pada kompor, sehingga dapat digunakan untuk menilai efisiensi pembakaran gas metana. Dengan data yang diperoleh, pengguna dapat mengetahui sejauh mana gas metana dimanfaatkan secara optimal untuk menghasilkan energi panas.

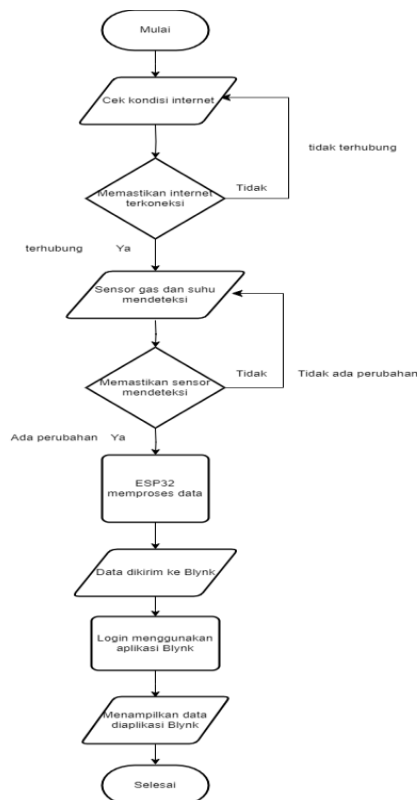
Seluruh data dari ketiga sensor tersebut dikumpulkan oleh ESP32, sebuah mikrokontroler yang dilengkapi dengan fitur Wi-Fi. Data yang telah diproses kemudian dikirimkan secara nirkabel ke aplikasi Blynk. Di aplikasi Blynk, informasi dari sensor-sensor ditampilkan dalam bentuk yang mudah dipahami, seperti grafik, indikator suhu, atau konsentrasi gas metana. Dengan demikian, pengguna dapat memantau kondisi digester dan performa kompor secara langsung melalui perangkat pintar mereka.



Gambar 2. Blok Diagram Terdahulu

Sistem ini memanfaatkan sensor suhu dan tekanan gas yang terhubung ke Arduino, yang kemudian disambungkan ke NodeMCU melalui komunikasi serial. Arduino mengirimkan data tersebut ke NodeMCU yang selanjutnya meneruskan ke aplikasi Android menggunakan protokol MQTT. Dengan NodeMCU yang terhubung ke router internet, data sensor gas dan suhu dapat dikirimkan menggunakan protokol MQTT[12].

c. Flowchart



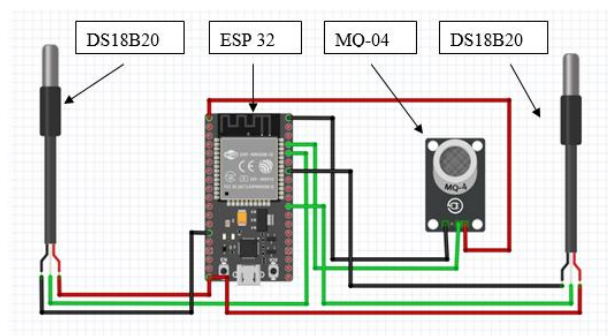
Gambar 3. Alur Sistem Kerja Alat

Langkah pertama dimulai dengan memastikan bahwa koneksi internet tersedia. Sistem akan mengecek status jaringan internet terlebih dahulu. Jika koneksi internet tidak aktif, sistem akan terus memeriksa hingga koneksi berhasil tersambung. Setelah koneksi internet terjamin, sistem beralih ke tahap berikutnya, yaitu proses pendeteksian data menggunakan sensor. Pada tahap ini, sensor gas dan suhu bertugas memantau lingkungan untuk mendeteksi adanya perubahan pada parameter yang diawasi.

Berikutnya, sistem akan memverifikasi apakah sensor berhasil mendeteksi adanya perubahan data. Jika tidak ada perubahan yang terdeteksi, sistem akan kembali menjalankan proses pendeteksian secara berulang. Sebaliknya, jika terdeteksi adanya perubahan, data tersebut akan diproses lebih lanjut oleh modul ESP32. Data yang telah melalui tahap pemrosesan kemudian dikirimkan ke platform Blynk untuk keperluan pengelolaan dan pemantauan.

Setelah data berhasil dikirim, pengguna dapat mengaksesnya melalui aplikasi Blynk dengan melakukan login terlebih dahulu. Data yang tersedia di aplikasi Blynk akan ditampilkan secara real-time sehingga pengguna dapat memantau dan menganalisis informasi tersebut dengan mudah. Pada akhirnya, proses selesai setelah data berhasil ditampilkan kepada pengguna melalui aplikasi.

d. Perancangan Perangkat Keras



Gambar 4. Rangkaian Perangkat Keras

ESP32:

ESP32 adalah mikrokontroler yang mendukung konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth. Pada diagram tersebut, ESP32 berfungsi sebagai pengontrol utama untuk membaca data yang diterima dari sensor-sensor yang terhubung[13].

DS18B20:

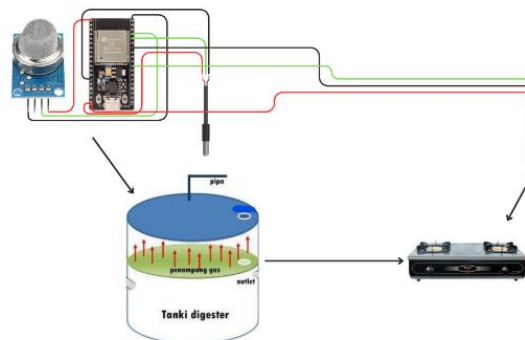
Diagram menunjukkan adanya dua sensor DS18B20, yaitu sensor suhu digital. Setiap sensor memiliki tiga kabel yaitu kabel merah untuk suplai daya (VCC), kabel hitam untuk ground (GND), dan kabel hijau sebagai jalur data (DATA). Kedua sensor DS18B20 dihubungkan ke ESP32 melalui jalur data masing-masing untuk membaca suhu di dua lokasi berbeda[14].

MQ-04:

Sensor MQ-04 adalah perangkat pendeteksi gas yang dirancang untuk mendeteksi keberadaan gas metana (CH₄). Sensor ini memiliki 3 pin yaitu Pin VCC dihubungkan ke jalur merah untuk suplai daya, Pin GND terhubung ke jalur hitam sebagai ground, dan Pin data (AO atau DO) dihubungkan ke ESP32 untuk mengirimkan sinyal keluaran dari sensor[15].

Cara Kerja: Rangkaian ini beroperasi dengan cara ESP32 membaca data suhu dari sensor DS18B20 dan mendeteksi gas metana menggunakan sensor MQ-04. Informasi yang diperoleh dapat diproses lebih lanjut oleh ESP32, kemudian dikirimkan ke perangkat lain atau ditampilkan melalui aplikasi berbasis internet.

e. Desain Skema Alat



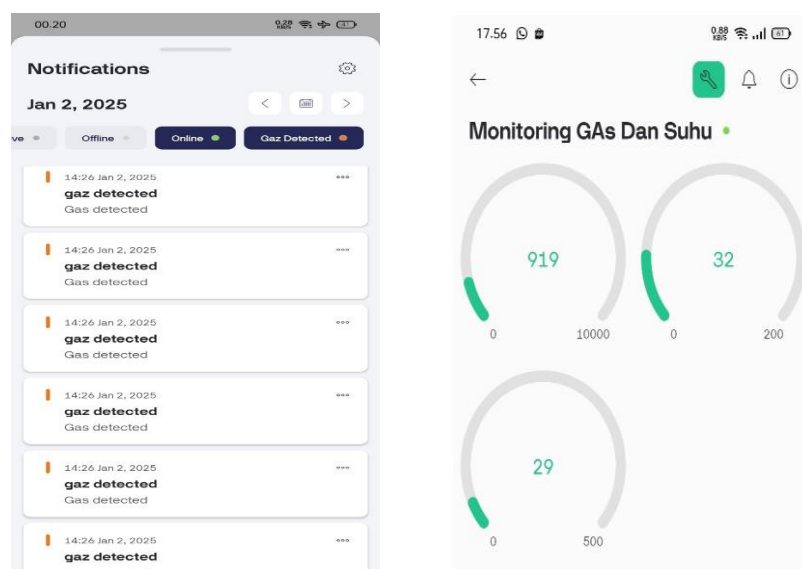
Gambar 5. Alur Pengambilan Data

Pada gambar 5 alur pengambilan data, menunjukkan bahwa sistem pengelolaan gas dari tangki digester yang terhubung dengan sensor gas dan suhu yaitu MQ 4 dan DS18B20. Modul ESP32 digunakan sebagai pengendali utama yang terhubung dengan sensor gas dan sensor suhu, sensor gas berfungsi untuk mendeteksi gas yang dihasilkan dari proses dalam tangki digester, sedangkan sensor suhu mendeteksi suhu dari tangki digester dan kinerja dari suhu kompor. Tangki digester adalah tempat pemrosesan bahan organik untuk menghasilkan biogas. Pada bagian tangki, terdapat pipa-pipa yang digunakan untuk menyalurkan gas yang dihasilkan ke komponen lain. ESP32 menerima data dari sensor gas dan suhu, kemudian mengolah informasi tersebut untuk menganalisis kondisi tangki digester, seperti konsentrasi gas, suhu, dan kestabilan proses. Mikrokontroler ini juga dapat mengirimkan data secara langsung ke server atau platform berbasis internet untuk memungkinkan pemantauan jarak jauh

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian yang akan digunakan yaitu uji parsial. Dimana, uji parsial yang akan dilakukan pada bagian-bagian sensor yaitu uji indikator sensor, uji pengukuran sensor gas dan suhu pada tabung biogas digester dan uji pengukuran sensor suhu pada kompor. Berikut rencana hasil pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah :

a. Uji Indikator Sensor



Gambar 6. Pemberitahuan indikator dari sensor di aplikasi Blynk

Tabel 1. Hasil pengujian indikator pada sensor

No	Sensor MQ 4	Sensor DS18B20	Sensor DS18B20
1	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
2	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
3	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
4	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
5	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
6	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
7	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
8	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
9	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
10	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
11	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi

b. Uji Pengukuran Sensor Gas dan Suhu pada Biogas Digester

**Gambar 7.** Lokasi pengukuran pada sensor gas dan suhu**Tabel 2.** Hasil pengujian sensor gas dan suhu

No	Sensor MQ 4	Sensor DS18B20	Time (minutes)
1	315	27	0
2	701	27	1
3	776	28	2
4	811	28	3
5	831	29	4
6	920	30	5
7	960	31	6
8	964	31	7
9	986	32	8
10	996	33	9
11	1010	34	10

c. Uji Pengukuran Suhu pada Kompor



Gambar 8. Lokasi pengukuran pada sensor suhu

Tabel 3. Hasil pengujian sensor suhu

No	Sensor DS18B20	Time (minutes)
1	28	0
2	31	1
3	34	2
4	39	3
5	42	4
6	45	5
7	47	6
8	51	7
9	55	8
10	59	9
11	63	10

VII. SIMPULAN

Sistem yang dikembangkan untuk memantau gas dan suhu dalam digester biogas berhasil menunjukkan kinerja yang efektif dalam pemantauan kondisi secara real-time. Dengan dukungan sensor DS18B20 dan MQ-4, sistem ini mampu membaca suhu dan kadar metana secara akurat, yang berperan penting dalam meningkatkan efisiensi fermentasi dan kinerja dari kompor.

Data yang diperoleh dapat diakses melalui aplikasi Blynk, memberikan kemudahan bagi pengguna untuk memantau dan mengelola pemanfaatan biogas. Teknologi ini tidak hanya mendukung peningkatan efisiensi energi alternatif berbasis biogas yang ramah lingkungan, tetapi juga berkontribusi pada pengembangan solusi teknologi berkelanjutan yang bermanfaat bagi rumah tangga maupun industri.

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala pujian dan syukur kami tujuhan kepada Allah SWT karena penelitian ini berhasil diselesaikan dengan baik. Kami mengucapkan terima kasih kepada kampus Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberi dukungan dan fasilitas dalam penelitian ini. Kami juga menghaturkan terima kasih kepada Bapak Azmuri Wahyu Azinar, ST. , M. Comp. yang telah membimbing kami, dan Ibu Uce Indahyanti, S. Kom. M. Kom. yang telah memberi masukan yang berarti. Semoga karya ini bermanfaat bagi semua.

REFERENSI

- [1] Y. Kurniati, A. Rahmat, B. I. Malianto, D. Nandayani, and W. S. W. Pratiwi, "Review Analisa Kondisi Optimum Dalam Proses Pembuatan Biogas," *Rekayasa*, vol. 14, no. 2, pp. 272–281, 2021, doi: 10.21107/rekayasa.v14i2.11305.
- [2] Febriyanto, "Sistem Kendali Kompor Gas Otomatis Menggunakan Arduino Uno," *J. Perencanaan, Sains, Teknol. dan Komput.*, vol. 4, no. 1, pp. 821–826, 2021.
- [3] A. Mahmud and J. Triwanto, "Strategi Pengembangan Biogas Dari Limbah Ternak Sapi Perah Di Kecamatan Pujon Kabupaten Malang," *Semin. Keinsinyuran Progr. Stud. Progr. Profesi Ins.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2021, doi: 10.22219/skpsppi.v1i0.4214.
- [4] J. Jamaaluddin *et al.*, "Heat Transfer Management of Solar Power Plant for Dryer," *Int. J. Eng. Appl.*, vol. 12, no. 3, pp. 195–203, 2024, doi: 10.15866/irea.v12i3.23959.
- [5] L. A. Wardana *et al.*, "Pemanfaatan Limbah Organik (Kotoran Sapi) Menjadi Biogas dan Pupuk Kompos," *J. Pengabd. Magister Pendidik. IPA*, vol. 4, no. 1, 2021, doi: 10.29303/jpmipi.v4i1.615.
- [6] I. Anshory, A. Fakhrudin, and L. Hudi, "Mesin Cetak Pelet Pakan Ikan Untuk Pemberdayaan Masyarakat Desa Kedungpandan Sidoarjo," *Adimas J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 6, no. 2, pp. 113–120, 2022, doi: 10.24269/adi.v6i2.5519.
- [7] A. Wisaksono, Y. Purwanti, N. Ariyanti, and M. Masruchin, "Design of Monitoring and Control of Energy Use in Multi-storey Buildings based on IoT," *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.)*, vol. 4, no. 2, pp. 128–135, 2020, doi: 10.21070/jeeeu.v4i2.539.
- [8] A. T. Sati, D. Tri Aditya, N. L. Azzahra, and R. Djutalov, "Perancangan Sistem Informasi Keuangan Peninggaran Raya (OPERA) Berbasis Dekstop Dengan Java SE & Mysql menggunakan Metode Research and Development (RND)," *JORAPI J. Res. Publ. Innov.*, vol. 1, no. 2, pp. 196–200, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.portalpublikasi.id/index.php/JORAPI/index>
- [9] H. Prasetya, I. Sari, R. Amalia, A. Azisa, A. Fitri, and M. Jibran, "Smart Biogas Plant Monitoring System Using Internet of Things (IoT) Technology," pp. 915–920, 2023, doi: 10.5220/0011955600003575.
- [10] N. Tri *et al.*, "Perancangan Sistem Monitoring Ketersediaan Air Otomatis Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Internet of Things (IoT)," *J. Ilmu Komput. dan Sist. Inf.*, vol. 6, pp. 154–164, 2023.
- [11] A. Wisaksono and C. A. Ragil, "Design and Development of Parking Motor Parking Information System at Muhammadiyah University, Sidoarjo," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 874, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/874/1/012015.
- [12] E. Purnama Dewi, J. Sumarsono, and I. Gusti Made Kompyang, "Pengembangan akuisisi data pada sistem pemantauan biogas berbasis IoT," *J. Agrotek UMMAT*, vol. 11, no. 1, p. 1, 2024.
- [13] M. Zhaky and E. Supriadi, "Prototype Digester Berpengaduk dan Sensor Pendeteksi Gas methane Berbasis IoT," 2024.
- [14] M. C. Suratno, "Prototipe Sistem Pengontrol Suhu Dan Ph Air Otomatis Pada Akuarium Ikan Cupang Berbasis Internet of Things Otomatis Pada Akuarium Ikan Cupang," vol. 2, no. 2, pp. 59–68, 2023.
- [15] K. Pustaka, "Rancang bangun sistem kendali proses produksi biogas," vol. 8, no. 1, pp. 1–7, 2024.