



Pengembangan akuisisi data pada sistem pemantauan biogas berbasis IoT

Development of data acquisition biogas monitoring system based on IoT

Endang Purnama Dewi^{1*}, Joko Sumarsono¹, Amuddin¹ | Gusti Made Kompyang²

¹) Staf Pengajar Program Studi Teknik Pertanian di Fakultas teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram

²)Mahasiswa Program Studi Teknik Pertanian di Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram

* Corresponding Authorl: endangpurnamadewi.33@gmail.com

Received: 05th December, 2023 | accepted: 13rd January, 2024

ABSTRAK

Perkembangan teknologi mikrokontroler dan semikonduktor terus meningkat sejalan dengan tuntutan akan pengendalian dan pemantauan sistem, termasuk dalam konteks energi terbarukan. Proses pengendalian dan pemantauan ini juga diterapkan dalam produksi biogas. Pembangkit biogas konvensional yang ada di lapangan tidak terpantau sehingga masyarakat menghadapi berbagai tantangan termasuk kekurangan bahan organik (laju pembebanan organik rendah) dan kelebihan beban (tingkat pembebanan organik yang berlebihan). Overloading memperlambat atau menghentikan proses pencernaan anaerobik dan dapat menyebabkan kerusakan sistem total. Selanjutnya, tantangan lain yang muncul dari pemantauan instalasi biogas yang tidak memadai atau tidak ada adalah produksi yang buruk karena fluktuasi suhu yang berlebihan atau kisaran suhu yang tidak tepat untuk berbagai jenis bakteri metanogenik. Penelitian ini memperkenalkan suatu sistem pemantauan inovatif yang dapat secara akurat memonitor beberapa parameter termasuk suhu dan kelembapan udara (DHT22), suhu bahan organik (DS18B20), dan tekanan biogas (MPX5700DP). Solusi ini didasarkan pada konsep *Internet of Things (IoT)*, dengan memanfaatkan perangkat Arduino sebagai unit pemroses data sensor, dan Wemos D1 Mini sebagai modul wifi yang menghubungkan sistem ke platform IoT, yaitu Cayenne. Hasil temuan ini memberikan informasi mengenai performa instalasi biogas selama periode waktu tertentu. Implementasi sistem pemantauan ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan stabilitas produksi biogas melalui pemantauan yang akurat dan real-time terhadap variabel utama dalam proses produksi biogas. Analisis terhadap data pemantauan menunjukkan bahwa suhu udara tertinggi umumnya terjadi pada siang hari, khususnya antara pukul 13.00 hingga 14.00, sedangkan suhu terendah tercatat pada pagi hari sekitar pukul 05.00 sampai 06.00 pada hari tanpa hujan. Selain itu, suhu bahan organik menunjukkan fluktuasi,

dengan titik terendah biasanya terjadi antara pukul 06.00 dan 09.00, sedangkan titik tertinggi terjadi pada interval waktu antara pukul 15.00 dan 20.00. Tekanan biogas mencapai puncak maksimum pada hari keenam, yaitu pada tanggal 10 Januari 2022, sekitar pukul 13.00, dengan tekanan mencapai 3,9 kPa.

Kata kunci: biogas; cayenne; internet of things; pemantauan; suhu; tekanan

ABSTRACT

The development of microcontroller and semiconductor technology continues to increase in line with demands for system control and monitoring, including in the context of renewable energy. This control and monitoring process is also applied in biogas production. Conventional biogas plants in the field are not monitored so that communities face various challenges including a lack of organic material (low organic loading rate) and overload (excessive organic loading rate). Overloading slows or stops the anaerobic digestion process and can cause total system damage. Furthermore, another challenge that arises from inadequate or non-existent monitoring of biogas plants is poor production due to excessive temperature fluctuations or inappropriate temperature ranges for various types of methanogenic bacteria. This research introduces an innovative monitoring system capable of accurately tracking several key parameters, including air temperature and humidity (DHT22), organic material temperature (DS18B20), and biogas pressure (MPX5700DP). This solution is built on the Internet of Things (IoT) concept, utilizing Arduino as the sensor data processor and Wemos D1 Mini as the wifi module connecting the system to the IoT platform, Cayenne. These findings provide valuable insights into the performance of the biogas installation during that specific time period. With the implementation of this monitoring system, it is anticipated that the efficiency and stability of biogas production can be improved through accurate and real-time monitoring of key variables in the biogas production process. Analysis of monitoring data reveals that the highest air temperature generally occurs during the daytime, particularly between 13:00 and 14:00, while the lowest air temperature is recorded in the morning around 05:00 to 06:00 on rainless days. Additionally, organic material temperature exhibits fluctuations, with the lowest point typically occurring between 06:00 and 09:00, and the highest point between 15:00 and 20:00. Biogas pressure reaches its peak on the sixth day, namely on January 10, 2022, at around 13:00, with pressure reaching 3.9 kPa.

Keywords: biogas; cayenne; internet of things; monitoring; pressure; temperature;

PENDAHULUAN

Biogas adalah salah satu bentuk energi terbarukan yang dapat diandalkan. Biogas terbentuk dari campuran gas hasil fermentasi bahan organik oleh bakteri dalam kondisi tanpa oksigen. Komponen biogas umumnya terdiri dari gas metana (CH₄, 60%), karbon dioksida (CO₂, 36%), belerang (H₂S, 3%), dan gas

hidrogen (H₂) dengan konsentrasi kurang dari 1%. Gas metana (CH₄) sebagai komponen utama biogas menjadi bahan bakar yang sangat baik karena memiliki nilai kalor tinggi, berkisar antara 4800 hingga 6700 kcal/m³. Sehingga, biogas dapat digunakan sebagai sumber energi untuk penerangan, memasak, menggerakkan

mesin, dan berbagai keperluan lainnya (Yulianto et al., 2023)

Pemerintah telah memulai upaya bantuan dalam bentuk instalasi biogas untuk meningkatkan ketahanan energi di Indonesia, termasuk di Provinsi NTB. Sejak tahun 2007, Pemerintah Provinsi NTB telah aktif mengembangkan proyek biogas. Hingga saat ini, mereka telah berhasil membangun 194 instalasi biogas. Pada tahun 2013, Kabupaten Lombok Tengah telah memiliki 122 instalasi biogas yang tersebar di 11 kecamatan, antara lain Kecamatan Batukliang, Batukliang Utara, Janapria, Jonggat, Kopang, Praya, Praya Barat, Praya Barat Daya, Praya Timur, Pringgarata, dan Praya Tengah. (Febrian, 2015)

Perkembangan teknologi mikrokontroler dan semikonduktor terus meningkat sejalan dengan tuntutan akan pengendalian dan pemantauan sistem, termasuk dalam konteks energi terbarukan. Proses pengendalian dan pemantauan ini juga diterapkan dalam produksi biogas. Sistem pemantauan pada tahap produksi biogas memiliki beberapa tujuan, di antaranya adalah mengidentifikasi potensi ketidakstabilan dalam proses fermentasi anaerobik untuk mencegah kegagalan sistem. Dengan memanfaatkan data dari proses pemantauan, dapat dihitung volume gas yang dihasilkan, jenis gas yang dihasilkan dapat terdeteksi, dan pengukuran yang lebih akurat untuk gas yang masih dalam proses fermentasi dapat diberikan. Dengan serangkaian proses tersebut, sistem ini dapat disebut sebagai plant biogas pintar. (Daniyan et al., 2019)

Pembangkit biogas konvensional yang ada di lapangan tidak terpantau sehingga masyarakat menghadapi berbagai tantangan termasuk kekurangan bahan organik (laju pembeban organik rendah) dan kelebihan beban (tingkat pembebanan organik yang berlebihan). Overloading memperlambat atau menghentikan proses pencernaan anaerobik dan dapat menyebabkan kerusakan sistem total. Selanjutnya, tantangan lain yang muncul dari pemantauan instalasi biogas yang tidak memadai atau tidak ada adalah produksi yang buruk karena fluktuasi suhu yang berlebihan atau kisaran suhu yang tidak tepat untuk berbagai jenis bakteri metanogenik. Bakteri metanogenik dapat bersifat psikrofilik (beroperasi secara efektif antara 12 hingga 24°C), mesofilik (beroperasi secara optimal antara 22-40°C) atau termofilik (berkembang secara optimal antara 50 – 60°C) (Manyuci et al., 2016)

Optimasi proses pemantauan biogas dipengaruhi oleh beberapa faktor tertentu. Beberapa parameter yang memengaruhi kinerja pada sistem biogas yaitu suhu digester dan tekanan. Suhu dan tekanan pada biogas harus selalu terpantau untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses dan hasil dari biogas (Putri & Gumay, Marliza Ganefi, 2018). Untuk membuat keputusan yang akurat, pengguna memerlukan akses data operasional dan produksi secara langsung. Salah satu solusi yang dapat digunakan adalah melalui pendekatan Internet of Things (IoT). Melalui IoT, pengguna dapat mengelola dan mengoptimalkan perangkat elektronik

serta peralatan listrik yang terhubung ke internet. (Ulum, 2018).

Berdasarkan paparan di atas maka penelitian tentang sistem pintar pemantauan biogas berbasis Internet of Things (IoT) dengan tujuan untuk memantau instalasi biogas perlu dilakukan untuk mempermudah dalam melakukan pemeliharaan dan peningkatan produksi biogas.

Adapun tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui rangkaian sistem pintar pemantauan biogas berbasis Internet of Things (IoT) dan mengetahui kinerja dari sistem pintar pemantauan biogas berbasis Internet of Things (IoT).

METODOLOGI

1. Alat penelitian

Adapun alat - alat yang digunakan yaitu Arduino Uno, Arduino IDE, data logger, Wemos D1 Mini, sensor tekanan MPX5700DP, sensor suhu DS18B20, sensor suhu dan kelembapan DHT22, breadboard,

breadboard power supply, LCD 20x4, kabel jumper, kabel pelangi, kabel USB, solder, laptop, PCB, instalasi biogas.

2. Bahan penelitian

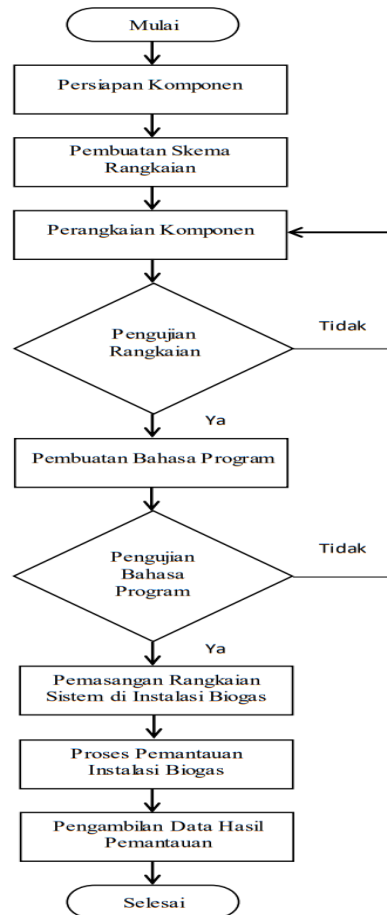
Adapun bahan – bahan yang digunakan yaitu timah, kotoran sapi dan air.

3. Metode penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan percobaan pada Laboratorium Nuvoton Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram dan Yayasan Rumah Energi. Adapun Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Suhu dan Kelembapan Udara
- b. Tekanan Biogas
- c. Suhu Bahan Organik
- d. Kinerja alat

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**.

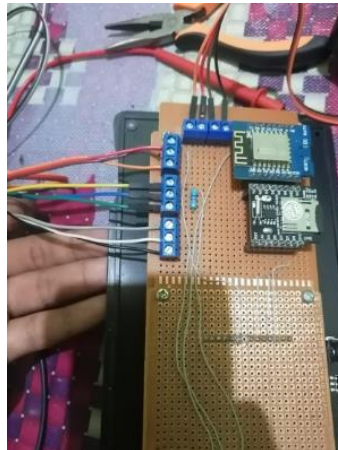


Gambar 1 . Diagram alir penelitian

Sistem Pintar Pemantauan Biogas Berbasis Internet of Things (IoT)

Perangkat keras sistem pintar pemantauan biogas berbasis Internet of Things (IoT) terdiri dari beberapa komponen yaitu komponen sensor, mikrokontroler Arduino, data logger, LCD, Wemos D1 Mini. Komponen sensor berfungsi sebagai alat ukur untuk memantau suatu kondisi dan kemudian merespons terhadap perubahan di sekitarnya. Mikrokontroler Arduino berfungsi sebagai pusat pemroses input data dari sensor. Data logger berfungsi untuk merekam data-data yang sudah diproses oleh mikrokontroler.

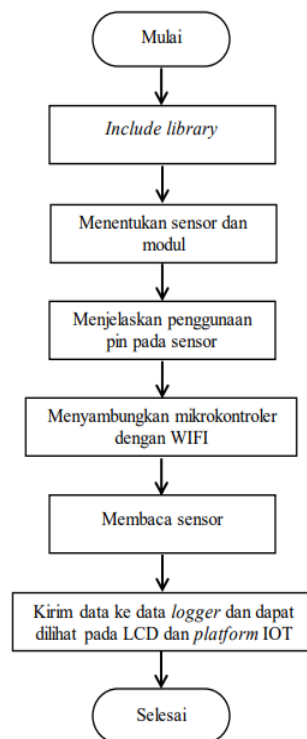
LCD berfungsi sebagai tempat menampilkan hasil ukur sensor. Wemos D1 Mini berfungsi sebagai modul wifi agar data dari mikrokontroler Arduino dapat dikirim ke platform IoT yang digunakan melalui internet atau jaringan wifi. Sensor suhu dan kelembapan, sensor tekanan, sensor suhu dihubungkan ke Arduino, data logger dan LCD dihubungkan ke Wemos D1 Mini, kemudian Arduino disambungkan ke Wemos D1 melalui komunikasi serial, sehingga Arduino dapat mengirimkan data tersebut menuju Wemos D1 Mini untuk dikirimkan ke platform IoT melalui protocol MQTT. Rangkaian alat yang dibuat dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2 Rangkaian alat

Pengembangan sistem perangkat pemantauan menggunakan bahasa C++ dan IDE yang dipergunakan adalah Arduino IDE. Agar semua modul dan sensor terkoneksi satu

dengan yang lain serta berjalan sesuai yang diinginkan, maka dibuatlah kontrol aplikasi yang memiliki alur seperti **Gambar 3**



Gambar 3. Alur kerja kontrol aplikasi

Realisasi Penyusunan Perangkat Keras Sistem Pintar Pemantauan Biogas Berbasis Internet of Things (IoT) pada Instalasi Biogas Mini Rumah (Biomiru)

Proses pemasangan perangkat keras system pemantauan ke instalasi biogas mini rumah (biomiru dapat dilihat pada **Gambar 4(a)** Pada **Gambar 4(b)**

merupakan lokasi penempatan sensor suhu dan kelembapan udara (DHT22) dari sistem pemantauan biogas. Pada **Gambar 4(c)** merupakan lokasi penempatan sensor tekanan biogas (MPX5700DP) dari sistem pemantauan



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4 . (a) Pemasangan perangkat keras sistem pemantauan ke instalasi biogas mini rumah (Biomiru); (b) Lokasi sensor DHT22; (c) Lokasi sensor MPX5700DP; (d) Lokasi sensor DS18B20

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemantauan perangkat keras sistem pintar pemantauan biogas berbasis Internet of Things (IoT) berguna untuk mengetahui kondisi instalasi biogas mini rumah (Biomiru). Adapun parameter yang dipantau meliputi suhu udara dan kelembapan udara, tekanan dan suhu bahan organik.

1. Suhu udara dan kelembapan udara oleh sensor DHT22

Pada penelitian ini mengambil parameter suhu dan kelembapan udara. Suhu digester perlu dipantau dan dijaga agar tetap stabil karena akan berpengaruh langsung pada

biogas. Pada **Gambar 4(d)** merupakan lokasi penempatan sensor suhu bahan organik (DS18B20) dari sistem pemantauan biogas dan sensor tersebut dimasukkan ke dalam digester.

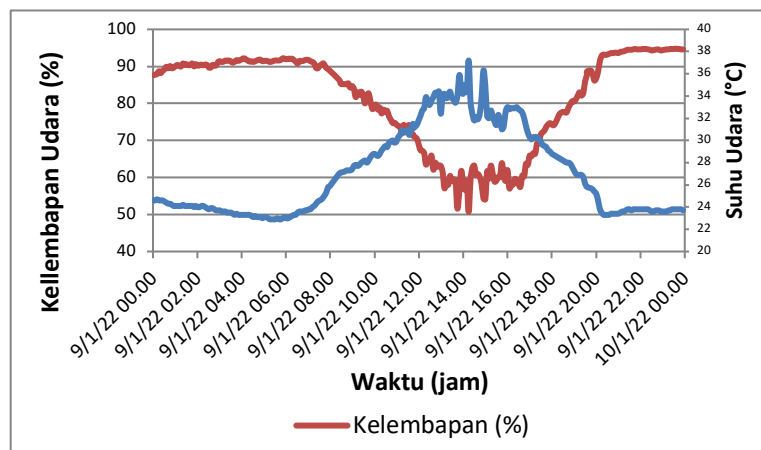
hasil produksi biogas. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, Suhu udara berbanding terbalik dengan kelembapan udara seperti yang ditunjukkan **Gambar 8**.

Pada saat suhu udara meningkat maka kelembapan udara menurun. Rata-rata suhu udara tertinggi (37,2°C) terjadi pada siang hari yaitu sekitar jam 1 siang sampai jam 2 siang dan suhu udara terendah terjadi pada pagi hari sekitar jam 5 pagi sampai 6 pagi, jika pada hari tersebut tidak terjadi hujan. Pada Gambar 8 menunjukkan suhu udara tertinggi dan kelembapan udara terendah yaitu 37,2 °C dan 50,7 % pada jam 2 siang. Suhu udara

terendah dan kelembapan udara tertinggi yaitu 22,9 °C dan 92,1 % pada jam 5 pagi.

Pada proses fermentasi anaerobik, reaksi yang terjadi selama degradasi bahan organik tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap peningkatan suhu digester, karena energi yang dihasilkan oleh fermentasi anaerobik sangat kecil. (Wang et al., 2019) Oleh karena itu,

perubahan suhu lebih dominan dipengaruhi oleh perubahan suhu lingkungan (Mujdalipah et al., 2014). Suhu digester tidak jauh berbeda dengan suhu udara lingkungan (ambient), baik pagi maupun sore hari (Haryanto et al., 2019). Proses produksi biogas dapat terjadi dalam dua rentang suhu, yaitu suhu mesofilik (25 – 45 °C) dan rentang suhu termofilik (56 – 60 °C) (Marbun, 2018).



Gambar 8 . Grafik suhu dan kelembapan udara pada sensor DHT22

2. Tekanan biogas oleh sensor MPX5700DP

Pemantauan tekanan biogas pada biodigester sangat penting karena memberikan informasi kritis terkait efisiensi produksi, keamanan sistem, dan keseimbangan proses. Dengan memantau tekanan secara berkala, operator dapat mendeteksi perubahan dalam produksi biogas, mencegah risiko kebocoran atau kerusakan, serta menjaga keseimbangan mikroorganisme dalam biodigester. Pemantauan ini tidak hanya mendukung optimalisasi

produksi biogas tetapi juga memungkinkan tindakan preventif untuk pemeliharaan sistem, menjaga kelangsungan operasional, dan mengoptimalkan parameter operasional sesuai kebutuhan (referensi belum ada).

Pengukuran tekanan biogas pada biodigester dapat dilakukan dengan menggunakan 3 jenis sensor tekanan, sebagai berikut (Gallagher, 2006; M. Wang et al., 2024): Gauge Pressure (Tekanan Gauge) Sensor, Absolute Pressure (Tekanan Absolut) Sensor

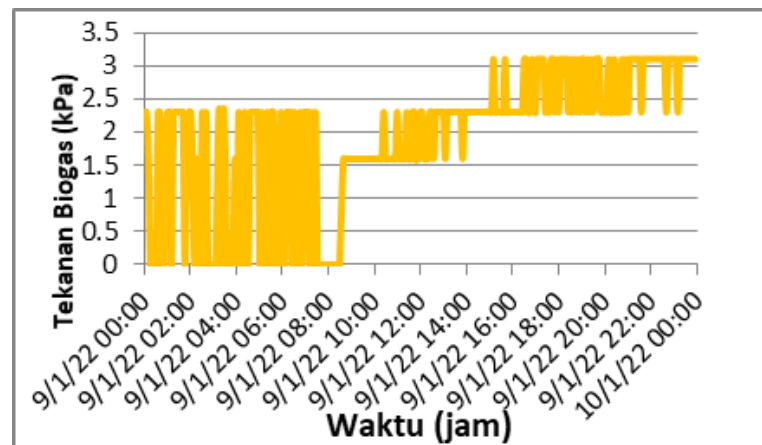
dan Differential Pressure (Tekanan Diferensial) Sensor.

MPX5700DP adalah sebuah sensor tekanan diferensial yang dirancang untuk mengukur perbedaan tekanan antara dua titik dalam suatu sistem. Sensor ini menggunakan teknologi strain gauge, di mana perubahan resistansi pada strain gauge yang terpasang pada permukaan sensor dapat diukur untuk memberikan nilai tekanan (Freescale Semiconductor, 2012).

MPX5700 menghasilkan output analog dan beroperasi pada tegangan 5 volt. Tingkat sensitivitas sensor ini adalah 6,4 mV/kPa, dengan tegangan output berkisar antara 0,2

volt hingga maksimal 4,7 volt. (Hidayat, 2019). Tekanan yang diterima oleh sensor akan dibaca dalam bentuk tegangan. Tegangan ini kemudian dikonversi menjadi nilai tekanan dengan satuan kPa menggunakan program yang sudah dimasukkan ke mikrokontroler.

Sensor tekanan MPX5700DP memiliki jangkauan pengukuran hingga mencapai 700 kPa. **Gambar 9** memperlihatkan adanya kenaikan tekanan biogas. hal ini dipengaruhi oleh lama nya fermentasi dan suhu bahan organik. semakin tinggi suhu bahan organik maka tekanan akan semakin tinggi.



Gambar 9. Grafik tekanan biogas pada sensor MPX5700DP

Biogas dalam digester dinolkan terlebih dahulu dengan cara menguras habis isi dalam digester dan dilakukan pengisian ulang pada tanggal 5 Januari 2022. Pada Gambar 9 dan Tabel 1 terlihat tekanan biogas pada tanggal 9 Januari 2022 masih menunjukkan 0 kPa, seharusnya pada hari ke-5 dari hari pengisian sudah menghasilkan

biogas sesuai dengan referensi mengenai biogas secara keseluruhan akan terbentuk pada umur isian dua hari, dengan rentang suhu 25,5 °C – 28,5 °C (Ratnaningsih dan Trieko, 2009). Hal ini disebabkan karena charger untuk menghidupkan perangkat keras sistem pintar pemantauan biogas berbasis Internet of Things (IoT) di lapangan tidak

menghasilkan output yang sesuai dengan konsumsi power supply untuk mikrokontroler Arduino yang digunakan pada perangkat keras sistem pintar pemantauan biogas berbasis Internet of Things (IoT).

Catu daya listrik (*Power Supply*) memiliki peran yang sangat krusial dalam aplikasi sistem kontrol. Kehadiran power supply menjadi kunci utama, karena tanpa adanya sumber daya ini, sistem tidak dapat berfungsi dengan baik. (Razmi et al., 2023). Untuk mengetahui rangkaian catu daya apakah berfungsi sesuai yang diharapkan, maka pada tahap ini dilakukan percobaan dengan cara memberikan supply daya menggunakan dua charger yang berbeda. Spesifikasi power

consumption dari Arduino yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 5V 800 mA. Percobaan pertama menggunakan charger merk Microsoft dengan output DC 5V 550 mA dari hari pertama pada tanggal 5 Januari 2022 hingga hari ke-5 pada tanggal 9 Januari 2022 menghasilkan bacaan sensor tekanan yang tidak sesuai dengan teori karena pada hari ke-5 masih menunjukkan tekanan biogas sebanyak 0 kPa, seharusnya pada hari ke-5 sudah menghasilkan biogas. Kemudian percobaan kedua pada tanggal 9 Januari 2022 jam 08:33 WITA menggunakan charger merk Xiaomi dengan output 5V 2A. Pada **Gambar 9** dan **Tabel 1** menunjukkan data mulai terlihat normal pada pukul 08:38 WITA hingga seterusnya.

Tabel 1.
Data tekanan biogas pada sensor MPX5700D

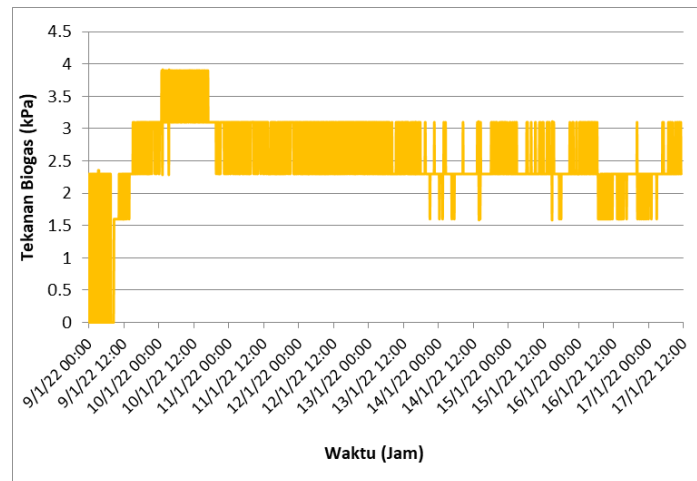
Tanggal dan Jam	Tekanan (kPa)	Tanggal dan Jam	Tekanan (kPa)
09/01/2022 ; 00:01:04	2,3	09/01/2022 ; 04:51:24	2,3
09/01/2022 ; 00:06:04	2,3	09/01/2022 ; 04:56:24	2,3
09/01/2022 ; 00:11:04	1,6	09/01/2022 ; 05:01:25	0
09/01/2022 ; 00:16:05	0	09/01/2022 ; 05:06:25	2,3
09/01/2022 ; 00:21:05	0	09/01/2022 ; 05:11:25	0
09/01/2022 ; 00:26:05	0	09/01/2022 ; 05:16:26	0
09/01/2022 ; 00:31:06	0	09/01/2022 ; 05:21:26	2,3
09/01/2022 ; 00:36:06	2,3	09/01/2022 ; 05:26:26	0
09/01/2022 ; 00:41:06	2,3	09/01/2022 ; 05:31:27	2,3
09/01/2022 ; 00:46:07	0	09/01/2022 ; 05:36:27	2,3
09/01/2022 ; 00:51:07	0	09/01/2022 ; 05:41:27	0
09/01/2022 ; 00:56:07	1,6	09/01/2022 ; 05:46:28	0
09/01/2022 ; 01:01:08	2,3	09/01/2022 ; 05:51:28	0
09/01/2022 ; 01:06:08	2,3	09/01/2022 ; 05:56:28	2,3
09/01/2022 ; 01:11:08	0	09/01/2022 ; 06:01:29	0
09/01/2022 ; 01:16:09	2,3	09/01/2022 ; 06:06:29	0
09/01/2022 ; 01:21:09	5,4	09/01/2022 ; 06:11:29	2,3
09/01/2022 ; 01:26:09	2,3	09/01/2022 ; 06:16:30	2,3
09/01/2022 ; 01:31:10	2,3	09/01/2022 ; 06:21:30	2,3
09/01/2022 ; 01:36:10	2,3	09/01/2022 ; 06:26:30	0
09/01/2022 ; 01:41:10	2,3	09/01/2022 ; 06:31:31	2,3
09/01/2022 ; 01:46:11	0	09/01/2022 ; 06:36:31	0
09/01/2022 ; 01:51:11	1,6	09/01/2022 ; 06:41:31	0
09/01/2022 ; 01:56:11	2,3	09/01/2022 ; 06:46:32	2,3
09/01/2022 ; 02:01:12	2,3	09/01/2022 ; 06:51:32	0

Tabel 1.
Data tekanan biogas pada sensor MPX5700D

Tanggal dan Jam	Tekanan (kPa)	Tanggal dan Jam	Tekanan (kPa)
09/01/2022 ; 02:06:12	1,6	09/01/2022 ; 06:56:32	2,3
09/01/2022 ; 02:11:12	0	09/01/2022 ; 07:01:33	2,3
09/01/2022 ; 02:16:13	1,6	09/01/2022 ; 07:06:33	2,3
09/01/2022 ; 02:21:13	0	09/01/2022 ; 07:11:33	0
09/01/2022 ; 02:26:13	0	09/01/2022 ; 07:16:34	2,3
09/01/2022 ; 02:31:14	2,3	09/01/2022 ; 07:21:34	0
09/01/2022 ; 02:36:14	0	09/01/2022 ; 07:26:34	2,3
09/01/2022 ; 02:41:14	2,3	09/01/2022 ; 07:31:35	0
09/01/2022 ; 02:46:15	0	09/01/2022 ; 07:36:35	0
09/01/2022 ; 02:51:15	0	09/01/2022 ; 07:41:35	0
09/01/2022 ; 02:56:15	0	09/01/2022 ; 07:49:10	0
09/01/2022 ; 03:01:16	0	09/01/2022 ; 07:54:10	0
09/01/2022 ; 03:06:16	0	09/01/2022 ; 07:59:10	0
09/01/2022 ; 03:11:16	1,6	09/01/2022 ; 08:23:45	0
09/01/2022 ; 03:16:16	2,3	09/01/2022 ; 08:28:45	0
09/01/2022 ; 03:21:17	0	09/01/2022 ; 08:38:56	1,6
09/01/2022 ; 03:26:17	2,3	09/01/2022 ; 08:43:56	1,6
09/01/2022 ; 03:31:18	1,6	09/01/2022 ; 08:48:56	1,6
09/01/2022 ; 03:36:18	0	09/01/2022 ; 08:53:57	1,6
09/01/2022 ; 03:41:18	0	09/01/2022 ; 08:58:57	1,6
09/01/2022 ; 03:46:20	0	09/01/2022 ; 09:03:57	1,6
09/01/2022 ; 03:51:19	0	09/01/2022 ; 09:08:58	1,6
09/01/2022 ; 03:56:19	1,6	09/01/2022 ; 09:13:58	1,6
09/01/2022 ; 04:01:21	0	09/01/2022 ; 09:18:58	1,6
09/01/2022 ; 04:06:21	2,3	09/01/2022 ; 09:23:59	1,6
09/01/2022 ; 04:11:21	0	09/01/2022 ; 09:28:59	1,6
09/01/2022 ; 04:16:22	0	09/01/2022 ; 09:33:59	1,6
09/01/2022 ; 04:21:22	2,3	09/01/2022 ; 09:39:00	1,6
09/01/2022 ; 04:26:22	0	09/01/2022 ; 09:44:00	1,6
09/01/2022 ; 04:31:23	0	09/01/2022 ; 09:49:00	1,6
09/01/2022 ; 04:36:23	2,3	09/01/2022 ; 09:54:01	1,6
09/01/2022 ; 04:41:23	2,3	09/01/2022 ; 09:59:01	1,6
09/01/2022 ; 04:46:24	2,3	09/01/2022 ; 10:04:01	1,6

Pada **Gambar 10** terlihat tekanan biogas maksimal yang terukur pada hari ke-6 pada tanggal 10 Januari 2022 dengan tekanan 3,9 kPa. Pada hari ke-10 pada tanggal 14 Januari 2022 dan ke-12 pada tanggal 16 Januari 2022 biogas digunakan untuk memasak sehingga sensor

mendeteksi penurunan tekanan biogas menjadi 1,6 kPa pada jam 13.43 WITA di hari ke-10 dan jam 06:42 WITA di hari ke-12. Beberapa menit setelah berhenti menggunakan kompor gas kembali ke tekanan 2,3 kPa dan 3,1 kPa.



Gambar 10. Grafik tekanan biogas pada sensor MPX5700DP

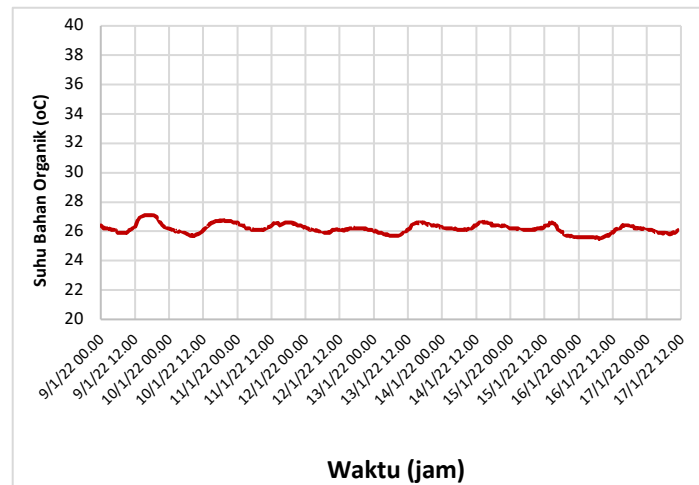
3. Suhu bahan organik oleh sensor DS18B20

Pengukuran suhu bahan organik bertujuan untuk mengetahui waktu terjadinya suhu bahan organik mencapai titik tertinggi dan terendah sehingga dapat mengoptimalkan proses biogas. Pengukuran suhu bahan organik menggunakan sensor DS18B20. Sensor suhu DS18B20 waterproof adalah sensor suhu yang memiliki keluaran digital. DS18B20 memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi, yaitu 0,5 °C pada rentang suhu -10 °C sampai +85 °C (Syafiqoh et al., 2018).

Pada proses pembentukan biogas dalam digester, perkembangan gas metana dipengaruhi oleh temperatur pada digester, dimana proses pembentukan metana bekerja pada rentang temperatur

25-40°C (Apriani, 2009). Umumnya digester anaerob skala kecil, yang sering terdapat disekitar kita umumnya bekerja pada suhu bakteri Mesophilic dengan suhu antara 25°C-37°C (Saragih, 2010).

Pada **Gambar 11** menunjukkan interval suhu terendah dari pemantauan pada hari ke-1 hingga hari ke-8 yaitu 25,9 °C, 25,7 °C, 26,1 °C, 25,9 °C, 25,7 °C, 26,1 °C, 26,1 °C, 25,5 °C. Suhu terendah bahan organik terjadi pada saat sekitar jam 6 sampai 9 pagi setelah itu berangsur-angsur mulai meningkat. Interval suhu tertinggi dari pemantauan pada hari ke-1 hingga hari ke-8 yaitu 27,1 °C, 26,8 °C, 26,6 °C, 26,2 °C, 26,6 °C, 26,6 °C, 26,6 °C, 26,4 °C. Suhu tertinggi bahan organik terjadi pada saat sekitar jam 3 sore sampai 8 malam setelah itu berangsur-angsur mulai menurun.



Gambar 11. Grafik suhu bahan organik pada sensor DS18B20

Berdasarkan penelitian rentang suhu tertinggi dan terendah yaitu 25,5°C-27,1°C, pada rentang tersebut biogas masih dapat diproduksi. Pada pengujian tersebut nilai temperatur tidak merepresentasikan maksimalnya kandungan biogas yang dihasilkan, dikarenakan biogas sudah berkembang sejak hari pertama pengujian, akan tetapi temperatur digester yang berubah-ubah dapat mempengaruhi kondisi hidup bakteri dalam digester, karena untuk proses pengembangbiakan bakteri apabila temperatur terlalu rendah atau terlalu tinggi maka bakteri tidak akan hidup sehingga proses pembuatan biogas akan lebih lama untuk menghasilkan gas metana. Kondisi lingkungan luar sedikit mempengaruhi suhu bahan organik di dalam digester, seperti hasil pemantauan pada tanggal 12 Januari 2022 yang terjadi hujan di sore hari dan 16 Januari 2022 terjadi hujan saat pagi dan sore hari di lokasi penelitian.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa sensor suhu dan kelembapan (DHT22) memantau dan mencatat data yang terukur yaitu kisaran 22,9-37,2 °C dimana Proses produksi biogas secara teori dapat terjadi dalam rentang suhu mesofilik (25 – 45 °C), sensor tekanan (MPX5700DP) mencatat tekanan tertinggi mencapai 3,9 kPa, dan sensor suhu bahan organik (DS18B20) mencatat suhu tertinggi sebesar 27,1 °C dan suhu terendah 25,5°C. Setiap komponen yang bekerja pada sistem pintar pemantauan biogas berbasis Internet of Things (IoT) bekerja dengan baik dan sesuai fungsinya. Data hasil pengukuran sensor yang diterima dari Arduino dapat dipantau di website maupun aplikasi Cayenne secara realtime melalui smartphone atau laptop sehingga memudahkan dalam pengecekan.

Dalam penelitian berikutnya, disarankan agar lokasi penempatan sensor tekanan yang dekat dengan pipa gas utama dan menggunakan

selang yang pendek untuk menghubungkan sensor tekanan. Menambahkan sensor suhu dan kelembapan udara SHT11 di dalam digester untuk mengukur suhu dan kelembapan dalam ruangan digester. Memperhatikan rangkaian catu daya untuk menghidupkan perangkat keras sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Daniyan, I. A., Daniyan, O. L., Abiona, O. H., & Mpofo, K. (2019). Development and optimization of a smart system for the production of biogas using poultry and pig dung. *Procedia Manufacturing*, 35, 1190–1195. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.06.076>
- Febrian, A. (2015). *Analisis Kelayakan Finansial Instalasi Biogas Dalam Pengolahan Limbah Ternak Sapi Di Kabupaten Lombok Tengah*.
- Freescale Semiconductor, Inc. (2012). Freescale Semiconductor Data Sheet: Technical Data.
- Gallagher, J. E. (2006). Natural Gas Measurement Handbook. In J. E. Gallagher (Ed.), *Natural Gas Measurement Handbook* (pp. 235–278). Gulf Publishing Company. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-1-933762-00-5.50018-9>
- Haryanto, A., Okfrianas, R., & Rahmawati, W. (2019). Pengaruh Komposisi Subtrat dari Campuran Kotoran Sapi dan Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) terhadap Produktivitas Biogas pada Digester Semi Kontinu. *Jurnal Rekayasa Proses*, 13(1), 47–55. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.41125>
- Hidayat, M. R. (2019). Rancang Bangun Outflow Valve System sebagai Proteksi Over Pressure Dengan Menggunakan sensor MPX5700DP pada Miniatur pesawat CRJ 1000. In *Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang*
- Manyuci, M. M., BOBO, A. E., IKHU-OMOREGBE, D. I. O., OYEKOLA, O. O., & others. (2016). *Biogas Production from Saw dust using Acti-zyme as Digestion Catalyst and its Upgrading to Bio methane using Chemical Absorption*.
- Marbun, T. K. (2018). *Co-digestion sampah pasar dan feses sapi untuk meningkatkan produksi biogas*.
- Mujdalipah, S., Dohong, S., Suryani, A., & Fitria, A. (2014). Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Produksi Biogas Menggunakan Digester Dua Tahap pada Berbagai Konsentrasi Palm Oil-Mill Effluent dan Lumpur Aktif. *Agritech*, 34(1), 56–64.
- Mulyati, M. (2009). Desain Alat Biogas Dari Kotoran Sapi Skala Rumah Tangga. *Jurnal Teknik Industri*, 9 (1), 1–16.
- Mulyati, M. (2015). Desain Reaktor Biogas Dari Eceng Gondok Skala Rumah Tangga. *Seminar Nasional Nasional Teknik Industri SEMNASTI-MUSINDEEP*, November, 230–238.
- Putri, A., & Gumay, Marliza Ganefi, N. S. S. (2018). Sistem Pemantau Suhu dan Tekanan Biogas pada Biodigester Berbasis Android. *Atmaluhur*, 8–9.
- Razmi, D., Lu, T., Papari, B., Akbari, E., Fathi, G., & Ghadamyari, M. (2023). An Overview on Power Quality Issues and Control Strategies for Distribution Networks With the Presence of Distributed Generation Resources. *IEEE Access*, 11(February), 10308–10325. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3238685>
- Syafiqoh, U., Sunardi, S., & Yudhana, A. (2018). Pengembangan Wireless Sensor Network Berbasis Internet of Things untuk Sistem Pemantauan Kualitas Air dan Tanah Pertanian. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 3(2), 285–289. <https://doi.org/10.30591/jpit.v3i2.878>
- Ulum, M. B. (2018). Desain Internet Of Things (IoT) Untuk Optimasi Produksi Pada Agroindustri Karet. *Sebatik*, 22(2), 69–73. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v22i2.310>



Wang, S., Ma, F., Ma, W., Wang, P., Zhao, G., & Lu, X. (2019). Influence of temperature on biogas production efficiency and microbial community in a two-phase anaerobic digestion system. *Water (Switzerland)*, <https://doi.org/10.3390/w11010133>

Yulianto, R., Sukardi, S., Rusli, M. S., &

Ningrum, S. S. (2023). Application of Biogas with Fermenting Bacteria from Manure Raw Material on Stoves and Generators. *Agro Bali: Agricultural Journal*, *6*(2), 249–263. <https://doi.org/10.37637/ab.v6i2.1270>