

Pemanfaatan Sampah Organik Rumah Tangga Menjadi Biogas Sebagai Energi Terbarukan Dan Terintegrasi Dengan Internet Of Things

1st Bintang Indra Maulana
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia
bindramaulana@student.telkomuniver
sity.co.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 — Peningkatan kebutuhan energi dan keinginan untuk mengurangi ketergantungan pada sumber daya fosil mendorong pengembangan sumber energi terbarukan, salah satunya adalah biogas. Proyek tugas akhir ini berfokus pada implementasi sistem Internet of Things (IoT) untuk memonitor dan mengoptimalkan produksi biogas. Sistem ini dirancang untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menampilkan data real-time dari proses produksi biogas menggunakan berbagai sensor yang terhubung melalui jaringan IoT. Sistem IoT ini mencakup sensor suhu, kelembaban, dan tekanan gas yang semuanya terintegrasi ke dalam sebuah platform. Data yang dikumpulkan oleh sensor-sensor ini dikirim ke server untuk dianalisis dan kemudian ditampilkan dalam bentuk yang mudah dipahami melalui antarmuka pengguna yang ramah. Analisis data dilakukan untuk mengidentifikasi pola dan anomali yang dapat mempengaruhi efisiensi produksi biogas, serta untuk memberikan rekomendasi dalam pengelolaan sistem. Hasil dari implementasi sistem IoT pada reaktor biogas menunjukkan peningkatan efisiensi produksi dan pengurangan gangguan operasional. Sistem ini memungkinkan pengawasan yang lebih akurat dan responsif terhadap kondisi reaktor, serta membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih tepat berdasarkan data real-time. Dengan demikian, proyek ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi IoT dalam produksi biogas dapat menjadi solusi yang efektif untuk meningkatkan kinerja dan keberlanjutan sistem energi terbarukan

Kata kunci— Biogas, Internet of Things (IoT), energi terbarukan, sensor, monitoring, analisis data

I. PENDAHULUAN

Berkurangnya cadangan minyak, dan pencabutan subsidi menyebabkan harga minyak naik serta turunnya kualitas lingkungan akibat penggunaan bahan bakar fosil yang berlebihan. Oleh karena itu, pemanfaatan sumber-sumber energi alternatif yang terbarukan dan ramah lingkungan menjadi pilihan yang tepat, dan biogas merupakan salah satu dari energi terbarukan yang memiliki peluang yang besar dalam pengembangannya [1]. Energi biogas dapat diperoleh dari air buangan rumah tangga, kotoran cair dari peternakan, sampah organik dari pasar, industri makanan dan segala bentuk limbah organik [2] Kami melakukan penelitian untuk menghasilkan biogas yang berasal dari limbah organik rumah

tangga. limbah organik merupakan salah satu substrat yang dianggap paling cocok sebagai sumber pembuat biogas, karena limbah organik terutama dalam rumah tangga sangatlah banyak sehingga perlu untuk dimanfaatkan secara baik [3]. Tujuan dari penelitian ini di antaranya adalah untuk memaksimalkan pemanfaatan limbah organik khususnya limbah rumah tangga dan mempermudah proses produksi biogas dalam skala rumah tangga, karena dengan melihat dari segi ekonomi, bahan bakar LPG (*Liquified Petroleum Gas*) yang didapat dari penyulingan minyak bumi yang sedang dilanda krisis energi saat ini, adanya krisis energi harga gas LPG pastinya mengalami peningkatan, kami melakukan berbagai metode mulai dari produksi biogas tetap, biogas tanam, dan juga biogas *portable*

II. KAJIAN TEORI

Bagian ini menyajikan dan menjelaskan teori-teori yang berkaitan dengan variabel-variabel penelitian.

A. Biogas

Biogas diambil dari kata “bio” yang berarti sesuatu yang terbentuk melalui proses alami, dan “gas” yang merupakan senyawa yang mudah terbakar. Proses alami yang terjadi adalah proses fermentasi anaerobik [4]. Fermentasi anaerobik merupakan fermentasi yang terjadi tanpa memerlukan oksigen maka tabung yang digunakan untuk pembuatan biogas harus berspesifikasi kedap udara sehingga dapat menghasilkan biogas dekanan yang cukup untuk kebutuhan sehari hari.

B. Internet of Things

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang membuat setiap benda fisik dapat berkomunikasi melalui jaringan internet.

III. METODE

Metode penelitian yang digunakan oleh penulis adalah metode kualitatif dengan model *Teori Gaunded* yaitu dengan melakukan pengembangan teori melalui pengujian dan pengukuran langsung di lapangan.

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini diantaranya adalah :

A. Uji Efektifitas Produksi Biogas

Dalam penelitian ini efektifitas produksi biogas perlu untuk diperhatikan supaya biogas yang dihasilkan memiliki tekanan yang cukup untuk digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Untuk parameter yang dibandingkan adalah komposisi substrat yang digunakan.

Komposisi substrat yang pertama berupa 20 liter substrat dengan bahan campuran limbah organik rumah tangga dan air dalam perbandingan 1:2 yang dicampurkan dengan 30 ml Em4 (setara dengan 6 tutup botol), lalu ditambahkan 300 ml molase (setara dengan setengah botol air mineral ukuran sedang).

Sebagai perbandingan komposisi substrat kedua berupa 20 liter substrat dengan bahan campuran limbah organik rumah tangga dan air dalam perbandingan 1:2 yang dicampurkan dengan 30 ml Em4 (setara dengan 6 tutup botol), lalu ditambahkan 1,3 liter air kelapa (setara dengan satu botol air mineral ukuran besar).

B. Identifikasi Produktifitas dan Kualitas Biogas

Pengujian ini dilakukan dengan melibatkan sensor DHT11, MQ-135, dan MQ-4 dengan melakukan pemantauan selama 4 hari untuk mendapatkan data peningkatan serta penurunan produksi biogas. Hasil dari pengujian ini berupa analisis tingkat produktivitas biogas serta korelasi keterlibatan suhu dan kelembaban.

Untuk mempermudah proses identifikasi kualitas biogas maka dapat menggunakan tabel berikut.

TABEL 1
(IDENTIFIKASI KUALITAS BIOGAS)

Persentase		Identifikasi Kualitas Biogas
Metana	Karbon Dioksida	
50-70%	30-50%	Kualitas Biogas Baik
0-49%	51-100%	Kualitas Biogas Buruk
71-100%	0-29%	Bahaya, Gas Mudah Terbakar

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Uji Efektifitas Produksi Biogas



GAMBAR 1
(DATA TEKANAN BIOGAS SELAMA 5 HARI)

Setelah melakukan pengamatan tekanan biogas dengan menggunakan 2 komposisi substrat yang berbeda, didapatkan data seperti pada diagram diatas yang dapat dibandingkan dalam tabel berikut.

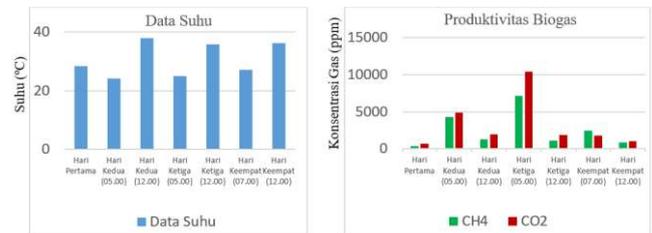
TABEL 2
(Perbandingan Hasil Tekanan Biogas Dari Komposisi Substrat 1 Dan 2)

Waktu	Tekanan Biogas (psi)	
	Komposisi 1	Komposisi 2
Hari ke 1	0,9	0,6
Hari ke 2	1,3	0,9
Hari ke 3	2,1	1,1
Hari ke 4	3,5	1,8
Hari ke 5	4	2,1

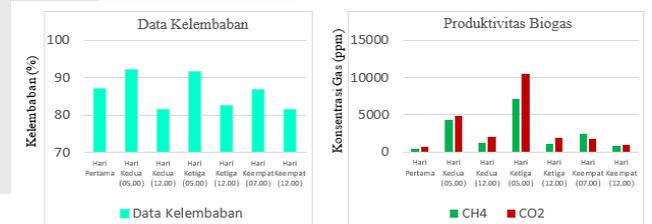
Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa komposisi substrat 1 dengan menggunakan molase memiliki hasil tekanan biogas dua kali lebih tinggi dibandingkan komposisi substrat 2 yang menggunakan air kelapa dalam pengujian selama 5 hari.

Hal ini disebabkan karena molase memiliki kandungan gula yang tinggi, yang menyediakan sumber karbon yang kaya bagi mikroorganisme anaerobik dalam proses fermentasi. Gula adalah sumber energi utama bagi mikroorganisme ini, sehingga kehadiran molase dapat mempercepat pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme, menghasilkan lebih banyak biogas [5].

B. Hasil Identifikasi Produktifitas dan Kualitas Biogas



GAMBAR 2
(Diagram Perbandingan Suhu Dengan Produktivitas Biogas)



GAMBAR 3
(Diagram Perbandingan Kelembaban Dengan Produktivitas Biogas)

Data diatas didapatkan setelah pengujian selama empat hari, dengan begitu kualitas dapat diidentifikasi dengan mengamati data berikut :

TABEL 3
(Data Korelasi Suhu Dan Kelembaban Terhadap Produktivitas Biogas)

Waktu	Suhu	Kelembaban	Ukuran Gas dalam ppm			Kualitas
			Metana	Karbon Dioksida	Biogas	
Hari ke 1	28,4°C	87,27 %	372	730	1102	Buruk
Hari ke 2 (05.00)	24,18°C	92,29 %	4330	4867	9197	Buruk
Hari ke 2 (12.00)	37,9°C	81,59 %	1269	1998	3267	Buruk
Hari ke 3 (05.00)	24,96°C	91,66 %	7148	10414	17.562	Buruk
Hari ke 3 (12.00)	35,81°C	82,62 %	1145	1880	3.025	Buruk
Hari ke 4 (07.00)	27,16°C	86,83 %	2462	1790	4.252	Baik
Hari ke 4 (12.00)	36,34°C	81,59 %	888	1014	1.902	Buruk

Dengan pengujian selama 4 hari dapat disimpulkan bahwa suhu dan kelembaban memberikan pengaruh pada peroduktivitas dan kualitas biogas. Meskipun pengujian ini tidak berjalan secara maksimal karena penurunan performa sensor yang diakibatkan oleh penurunan daya *power supply* namun pada pengujian di hari ke 4 dapat memberikan gambaran mengenai keterlibatan suhu dan kelembaban terhadap produktivitas dan sensitivitas biogas meskipun biogas yang dihasilkan terbilang rendah namun kualitas yang dihasilkan aman untuk digunakan seperti yang terlihat pada tabel data bahwa di hari keempat pukul 07.00 pengujian dimulai setelah pembaruan *power supply* dengan menggunakan adaptor. Berbeda seperti hari sebelumnya pengujian dimulai saat pukul 05.00 sehingga kondisi suhu rendah dan kelembaban yang tinggi biogas yang dihasilkan tinggi.

V. KESIMPULAN

Tugas akhir ini telah berhasil menunjukkan potensi dan manfaat teknologi Internet of Things (IoT) dalam pengembangan sistem biogas. Integrasi sensor-sensor IoT telah memungkinkan monitoring yang lebih efisien dari proses produksi biogas. Dengan adanya sistem monitoring secara real-time melalui IoT, para pengguna dapat memantau kondisi fermentasi secara lebih akurat. Hal ini memungkinkan untuk penyesuaian faktor-faktor seperti suhu, kelembaban, dan pH, sehingga meningkatkan efisiensi dan hasil produksi biogas.

Implementasi IoT dalam sistem biogas tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi, tetapi juga membantu

dalam mengurangi dampak lingkungan. Dengan kontrol yang lebih baik terhadap proses fermentasi, dapat mengurangi emisi gas rumah kaca serta meminimalkan limbah organik yang masuk ke lingkungan. Melalui penggunaan teknologi IoT, sistem biogas dapat diakses dan dimonitor dari jarak jauh melalui perangkat mobile atau komputer. Hal ini memudahkan pemantauan dan manajemen bagi pengguna, serta memungkinkan untuk tindakan responsif secara cepat terhadap perubahan kondisi.

REFERENSI

- [1] N. Scarlat, J. F. Dallemand, and F. Fahl, "Biogas: Developments and perspectives in Europe," *Renew. Energy*, vol. 129, pp. 457–472, 2018, doi: 10.1016/j.renene.2018.03.006.
- [2] A. H. Abdurrahman, M. R. Kirom, and A. Suhendi, "Biogas Production Volume Measurement and Internet of Things based Monitoring System," *2020 IEEE Int. Conf. Commun. Networks Satell. Comnetsat 2020 - Proc.*, pp. 213–217, 2020, doi: 10.1109/Comnetsat50391.2020.9328948.
- [3] A. Haryanto and D. Cahyani, "Greenhouse gas emission of household plastic biogas digester using life cycle assessment approach," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 258, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1755-1315/258/1/012015.
- [4] S. Ali, Q. Yan, A. Razzaq, I. Khan, and M. Irfan, "Modeling factors of biogas technology adoption: a roadmap towards environmental sustainability and green revolution," *Environ. Sci. Pollut. Res.*, vol. 30, no. 5, pp. 11838–11860, 2023, doi: 10.1007/s11356-022-22894-0.
- [5] A. Scoma, M. Coma, F. M. Kerckhof, N. Boon, and K. Rabaey, "Efficient molasses fermentation under high salinity by inocula of marine and terrestrial origin," *Biotechnol. Biofuels*, vol. 10, no. 1, pp. 1–17, 2017, doi: 10.1186/s13068-017-0701-8.