

Rancang Bangun Instalasi Biogas Menggunakan Reaktor Fiber

Agung Prayetno Ismail¹⁾, Siradjuddin Haluti²⁾, Hariadi³⁾

^{1,2,3)} Prodi Mesin Dan Peralatan Pertanian, Politeknik Gorontalo

Jl. Muchlis Rahim, Panggulo Barat, Kec. Botupingge, Kab. Bone Bolango, Gorontalo

¹⁾e-mail: agung.mhs19@mpp.poligon.ac.id

ABSTRAK

Biogas merupakan salah satu sumber energi yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat khususnya untuk memasak. Biogas lebih ramah lingkungan dibanding dengan gas LPG yang umumnya digunakan. Hal ini karena sumber biogas berasal dari kotoran hewan atau sejenisnya. Kotoran hewan ini jika tidak dimanfaatkan akan mencemari lingkungan karena aromanya yang tidak sedap. Biogas secara umum dibuat dari kotoran hewan melalui proses fermentasi anaerob dalam wadah tertutup pada waktu tertentu. Pada penelitian ini biogas dibuat dari kotoran sapi dan menggunakan fiber sebagai wadah fermentasi. Tujuan penelitian ini adalah merancang instalasi biogas menggunakan reaktor tipe fiber. Penelitian ini didasarkan pada mudahnya bahan baku, proses instalasi, dan pengoperasiannya. Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu desain dan pembuatan gambar instalasi, persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan, rancang bangun dan fabrikasi, pengujian, pengambilan data dan analisis data. Data yang diambil pada penelitian ini berupa tekanan, uji nyala api, dan pemanfaatannya untuk mendidihkan air. Pengujian dan proses fermentasi kotoran sapi dilakukan selama 3 hari. Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa terjadi peningkatan tekanan selama proses fermentasi. Selama 3 hari proses fermentasi terjadi peningkatan tekanan sebesar 11,5 cmHg, dimana tekanan tertinggi pada hari ketiga adalah 15 cmHg. Hasil uji nyala pada tekanan akhir menunjukkan bahwa nyala api berwarna biru selama 27 menit 57 detik. Pada tekanan 11 cmHg, nyala api mulai redup. Adapun pada pengujian pemanasan 1L air membutuhkan waktu selama kurang lebih 20 menit 3 detik hingga air mendidih.

Kata Kunci: biogas, reaktor fiber, kotoran sapi, tekanan, nyala api

ABSTRACT

Biogas is one of the energy sources that can be utilized by the community, especially for cooking. Biogas is more environmentally friendly than LPG gas that is generally used. This is because the source of biogas comes from animal manure or the like. This animal feces if not used will pollute the environment because of the unpleasant smell. Biogas is generally made from animal dung through an anaerobic fermentation process in a closed container at a certain time. In this study, biogas is made from cow dung and uses fiber as a fermentation container. The purpose of this study is to design biogas installations using fiber-type reactors. This research is based on the ease of raw materials, installation processes, and operation. The study was conducted through several stages, namely the design and making of installation drawings, preparation of the required tools and materials, design and fabrication, testing, data collection, and data analysis. Data was taken in this study in the form of pressure, flame tests, and its use to boil water. Testing and fermentation process of cow dung is carried out for 3 days. Based on the test results it is known that there was an increase in pressure during the fermentation process. During 3 days the fermentation process increased pressure to 11.5 cmHG, where the highest pressure on the third day was 15 cmHg. The results of the flame test at the final pressure show that the flame is blue for 27 minutes and 57 seconds. At a pressure of 11 cmHg, the flame began to dim. As for the 1L heating testing, water takes approximately 20 minutes and 3 seconds until the water boils.

Keywords: biogas, fiber reactor, cow dung, pressure, flame

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat akan energi semakin hari semakin meningkat, terutama energi yang digunakan sebagai bahan bakar. Dahulu masyarakat menggunakan kayu dan ranting sebagai bahan bakar untuk memasak. Perkembangan yang semakin maju menuntut masyarakat untuk beralih penggunaan bahan bakar dari kayu ke minyak tanah. Penggunaan minyak tanah tentu lebih mudah dan praktis dibandingkan menggunakan kayu dan ranting. Penggunaan minyak tanah mulai berkurang ketika muncul kompor gas yang saat ini sebagian masyarakat menggunakannya. Gas yang digunakan sebagai bahan bakar umumnya berasal dari proses destilasi minyak mentah. Gas yang dimaksud adalah gas LPG (*liquid petroleum gas*), yakni gas yang berwujud cair pada kondisi tertentu. Minyak mentah sumber gas LPG berasal dari sisa-sisa fosil yang telah lapuk dan bertransformasi pada suhu dan tekanan tertentu sehingga menghasilkan minyak mentah.

Penggunaan gas LPG yang semakin meningkat tentu berdampak pada ketersediaan bahan baku yang semakin berkurang. Oleh karena itu, untuk mengantisipasi ketersediaan bahan bakunya agar tetap ada, maka perlu adanya alternatif lain sebagai sumber energi. Diantara sumber dan bahan baku yang dapat dijadikan dan dikonversi menjadi energi adalah kotoran hewan. Energi yang berasal dari kotoran hewan dan bahan-bahan organik biasa dikenal sebagai biogas. Biogas merupakan campuran gas yang berasal dari penguraian bahan organik seperti kotoran hewan melalui proses fermentasi anaerob. Gas yang dihasilkan berupa gas metana (Sinaga, Suanggana, & Haryono, 2022), dimana gas metana ini merupakan komposisi yang paling dominan. Selain gas metana, biogas yang dihasilkan juga mengandung karbondioksida dan gas-gas lain dalam jumlah yang lebih kecil (Hidayat, Pisen, Biksono, Asri, & Putra, 2020).

Biogas dapat dibuat hanya dari kotoran sapi (Sulistiyanto, et al., 2016; Putra, et al., 2017; Amri & Pasarai, 2019) atau campuran kotoran sapi dengan bahan lain seperti limbah organik, (Syafi'i, Supriyadi, & Burhanudin, 2021), jerami (Hidayat, Pisen, Biksono, Asri, & Putra, 2020), dan ampas tahu (Sinaga, Suanggana, & Haryono, 2022). Masing-masing memiliki produktivitas dan nilai klor yang berbeda-beda. Komponen yang harus ada dalam pembuatan biogas adalah tabung utama sebagai media terjadinya proses fermentasi kotoran sapi dan bahan lainnya. Tabung ini umumnya harus mampu menahan tekanan yang timbul akibat

produksi gas selama proses fermentasi. Oleh karena itu, umumnya tabung atau wadah penampungan kotoran sapi dibuat dalam tanah untuk menghindari dan mengimbangi tekanan yang besar.

Kondisi di atas tentu memiliki kekurangan dimana instalasi biogas bersifat permanen dan sulit dipindahkan. Oleh karena itu, perlu adanya alternatif bahan lain yang dapat digunakan sebagai wadah utama untuk berlangsungnya proses fermentasi. Salah satunya adalah menggunakan wadah fiber yang bisa dijadikan wadah penampungan kotoran sapi selama proses fermentasi. Pemilihan fiber sebagai wadah utama dikarenakan lebih ringan dibandingkan dengan bahan logam dan keramik.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Proses perancangan dan fabrikasi serta instalasi biogas dilakukan selama kurang lebih 3 bulan di Laboratorium Mesin dan Peralatan Pertanian Politeknik Gorontalo.

Alat dan Bahan yang Digunakan

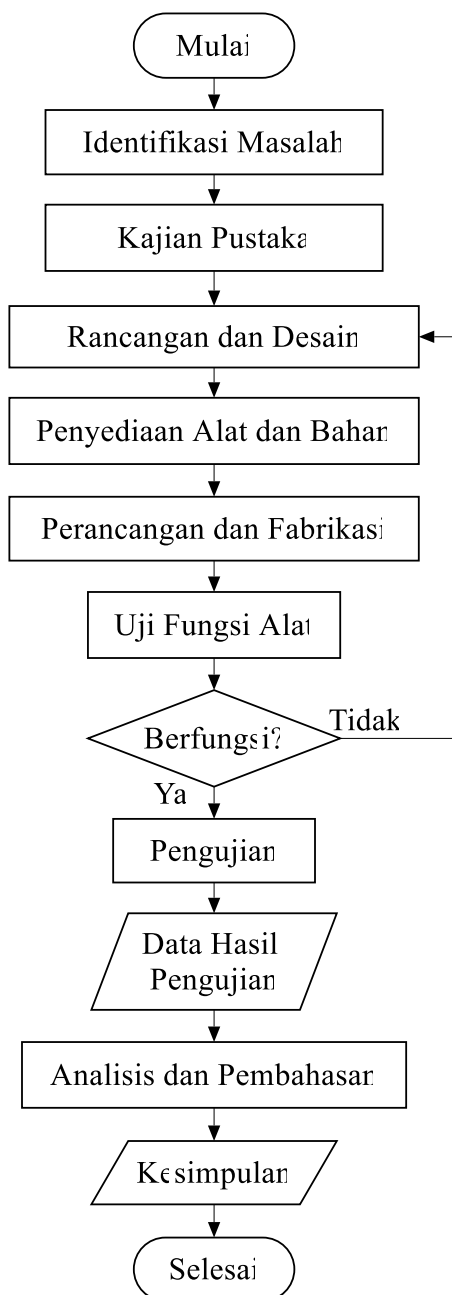
Beberapa alat dan bahan yang digunakan antara lain gerinda tangan, mesin las, mesin bor, alat ukur mistar, tong (tabung) fiber, pipa, perekat, manometer, katup/kran, dan peralatan kompor.

Diagram Alir Penelitian

Proses pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan mengikuti diagram alir pada Gambar 1. Secara umum, penelitian dilakukan dalam tiga tahapan berikut:

1. Pendahuluan
Kegiatan pendahuluan mencakup identifikasi masalah dan studi literatur berkaitan dengan topik dalam penelitian.
2. Pelaksanaan
Pelaksanaan penelitian mencakup desain instalasi biogas, persiapan alat dan bahan, perancangan dan fabrikasi, serta pengujian dan pengambilan data. Adapun data yang jadi variabel penelitian adalah perubahan tekanan dan uji nyala api.
3. Analisis data
Analisis data yang dimaksud adalah menjelaskan bagaimana proses fermentasi berlangsung selama 3 hari ditinjau dari perubahan tekanan dan produk gas yang dihasilkan. Selain itu, uji nyala api produk gas

juga dilakukan untuk mengetahui kualitas dan kuantitas produk biogas.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Perancangan dan Desain Reaktor Biogas

Reaktor biogas dirancang menggunakan bahan fiber sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2. Reaktor biogas yang dirancang memiliki beberapa komponen sebagai berikut:

1. Bak pengaduk

Bak pengaduk adalah tempat mencampur kotoran sapi atau bahan baku biogas dengan air. Dalam bak pengaduk ini, kotoran ternak dan air

diaduk supaya campuran menjadi homogen (merata kekentalannya).

2. Reaktor utama

Reaktor utama adalah ruang kedap udara (anaerob) tempat terjadinya penguraian bahan biomassa yang dimasukkan ke dalam.

3. Bak luapan

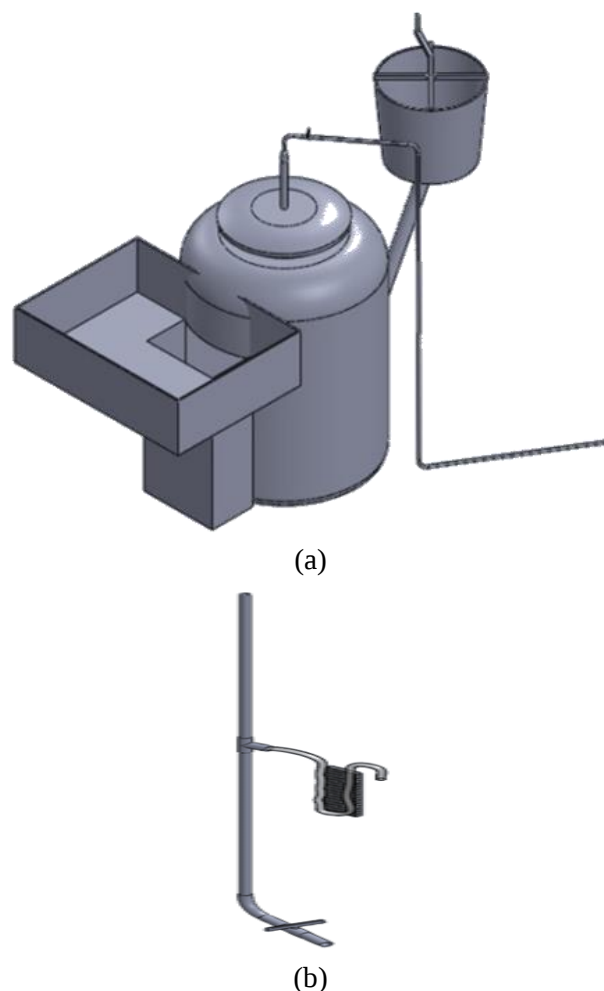
Bak luapan adalah tempat keluarnya kotoran sapi yang meluap dari bak luapan karena dorongan tekanan biogas diruang penampung gas pada reaktor.

4. Pipa induk

Pipa induk adalah pipa utama yang menerima gas untuk meneruskan ke instalasi lainnya.

5. Overshok

Overshok merupakan sambungan dari pipa PVC yang ukuran 1 ½ ke ½.



Gambar 2. Perancangan Reaktor Biogas dari Fiber: (a) Reaktor Utama dan (b) Pipa Aliran Gas

6. Pipa saluran gas

Pipa saluran gas memiliki diameter ½ inc.

7. Katup/kran
Kran merupakan komponen yang penting dari reaktor yang dipasang didekat sekat antara pipa gas utama.
8. Tee pvc
Tee pvc berfungsi sebagai sambungan untuk menuju ke kompor.
9. Manometer
Manometer adalah alat penunjuk tekanan, alat ini untuk memperlihatkan tekanan biogas yang berada di dalam kubah reaktor biogas.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan Reaktor Biogas

Salah satu tujuan perancangan reaktor biogas adalah menjadi solusi dalam pemenuhan kebutuhan masyarakat akan penggunaan gas. Selain itu, dimaksudkan untuk memudahkan dalam penggunaannya. Hal ini karena reaktor biogas selama ini dilakukan di dalam tanah dengan cara ditimbun, sehingga sifatnya permanen dan tidak memungkinkan lagi untuk dilakukan pemindahan. Hasil perancangan reaktor biogas menggunakan fiber dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Reaktor Biogas Hasil Rancangan

Reaktor biogas hasil rancangan memiliki spesifikasi dengan kapasitas reaktor utama 1100 L. Pintu bak luapan memiliki ukuran 50 x 90 cm, dan bak luapan memiliki dimensi 90x50x35 cm. Reaktor biogas dilengkapi pipa PVC dengan panjang 30cm dan tinggi pipa yang menuju ke bak pengisian (inlet) berukuran 125cm, dimana bak pengisian (inlet) memiliki volume 25 L.

Pengisian Kotoran Sapi

1. Pengisian awal kotoran sapi
Awal pengisian kotoran sapi (Gambar 4) yaitu di bak luapan (outlet) dengan pengisian 1:1 yaitu 5kg + 5 L air yang digunakan agar kotoran

ternak menjadi homogen (merata kekentalan) hingga kotoran sapi yang di isi naik ke dalam bak luapan sampai 15cm, kemudian stop kran di tutup untuk tunggu hasil fermentasi dari kotoran sapi menjadi gas selama 48 jam.

2. Pengisian kedua kotoran sapi
Apabila sudah difungsikan maka pengisian kedua harus diisi melalui bak pengisian (inlet) dengan hitungan 1:1 dan di aduk menggunakan mixer hingga merata kekentalannya. Dilakukan secara berulang dengan mengikuti pengisian kedua kotoran sapi menggunakan hitungan 1:1 setelah difungsikan.



Gambar 4. Pengisian Bahan Baku

Tekanan biogas dapat diukur dengan melihat perbedaan ketinggian air manometer yang diukur setiap perdua jam. Manometer adalah alat untuk mengukur tekanan, manometer dibuat dengan menggunakan selang transparan dengan prinsip pipa U di isi dengan fluida air yang di beri zat warnah untuk mengetahui tekanan biogas yang dihasilkan dalam satuan cmHG

Pada Tabel 1 diketahui perubahan tekanan selama 48 jam. Tekanan berbanding lurus dengan waktu. Semakin lama waktu fermentasi bahan baku oleh bakteri, tekanan yang dihasilkan semakin tinggi. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan produk gas yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan baku. Pengambilan data awal dimulai pada hari minggu tanggal 07 Agustus 2022, pukul 12.19 mendapatkan hasil tekanan 3,5 cmHG, kemudian pada pukul 13.48 terjadi perubahan tekanan sehingga menjadi 4 cmHG dan pada pukul 14.16 terjadi kenaikan tekanan 0.5cmHG sehingga menjadi 4,5 cmHG saat diamati.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Tekanan

No	Hari	Pukul (Jam)	Tekanan (cmHG)
1.	Pertama	12.19	3,5
		13.48	4
		14.16	4,5
2.	Kedua	02.15	4,5
		08.51	6
		11.02	6,2
		11.25	7
		15.18	7,1
		18.20	7,8
		20.30	8,8
		22.30	9,9
3.	Ketiga	00.30	10,7
		02.30	11,5
		04.30	12,4
		06.30	13,3
		08.30	14
		10.30	14,9
		12.30	15

Pada pengamatan hari kedua senin 8 agustus 2022 pukul 02.15 diketahui tidak mengalami perubahan tekanan, kemudian pada pukul 08.51 terjadi perubahan tekanan dari 4,5 cmHG menjadi 6 cmHG. Pada pukul 11.02 terjadi perubahan tekanan menjadi 6,2 cmHG, selang waktu 23 menit kembali terjadi kenaikan tekanan menjadi 7 cmHG, pada pukul 15.18 terjadi kenaikan tekanan sebesar 0,1 cmHG. Pada pukul 18.20 diamati angka tekanan berada pada 7,8 cmHG, kemudian pada pukul 20.30 dan 22.30 terjadi perubahan angka tekanan masing-masing 8,8 cmHG dan 9,9cmHG. Sampai pada pengujian hari selasa, 09 agustus mendapatkan hasil tekanan 15 cmHG pada pukul 12.30 dan selisih pada tekanan tersebut berukuran 30cmHG di lakukan selama 48 jam.

Pengujian Nyala Api

Uji nyala api yang diamati yaitu mengalirkan biogas yang terdapat pada reaktor utama. Nilai yang diukur pada tahap ini adalah lama nyalanya api yang dihasilkan dengan cara membuka skran dan menghitung lama nyala api menggunakan

stopwatch. Setelah tekanan berada di atas 15 cmHg dilakukan pengujian nyala api yang dihasilkan dari proses fermentasi. Nyala api yang dihasilkan dapat bertahan selama 27 menit 57 detik dengan warna api biru (Gambar 5). Warna nyala api yang berwarna biru menandakan adanya gas metana (CH_4). Hasil ini lebih lama jika dibandingkan dengan hasil yang diperoleh oleh Syafii (2021), dimana lamanya nyala api berkisar antara 12-17 menit.



Gambar 5. Warna Nyala Api

Pengujian titik didih

Pengujian titik didih yang dimaksud adalah pengujian untuk mengetahui pemanfaatan nyala api yang dihasilkan. Hasil pemanasan air hingga mendidih membutuhkan waktu selama 20 menit 3 detik dengan penurunan tekanan dari 15cmHG menjadi 11cmHG. Hasil ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Basri (2019) dimana waktu yang diperlukan untuk mendidihkan air sekitar 13 menit; sekitar 7 menit lebih cepat. Ini terjadi pada kondisi kompor gas berlaku sistem bukaan setengah. Perbedaan ini tentu banyak faktor yang mempengaruhi, terutama komposisi bahan baku dan kondisi ruangan tempat terjadinya fermentasi. Hal ini sebagaimana diungkapkan oleh Adrianto (2019) bahwa bahan baku berpengaruh secara nyata terhadap kondisi suhu dan tekanan. Kondisi ini membuktikan adanya produksi gas yang berbeda dengan perbedaan campuran yang digunakan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil rancangan reactor biogas menggunakan fiber dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Reaktor biogas hasil rancangan memiliki kapasitas reaktor utama 1100 L dengan dilengkapi pintu bak luapan yang berukuran 50x90cm. Komponen lain berupa bak luapan

memiliki dimensi 90x50x35cm. Pipa keluarnya gas dipasang di sisi atas reactor menuju tempat perapian dan kompor, dimana pipa terbuat dari PVC dengan panjang 30cm dan tinggi pipa yang menuju ke bak pengisian memiliki panjang 125cm.

2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan tekanan selama 3 hari. Tekanan tertinggi pada hari ketiga sebesar 15 cmHg. Hasil pengujian nyala api membutuhkan waktu selama 27 menit 57 detik, dengan waktu pengujian pendidihan air selama 20 menit 3 detik. Penggunaan biogas untuk memanaskan api berpengaruh pada penurunan tekanan dari 15 cmHg menjadi 11 cmHg.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto, M. D. (2019). Analisis Produksi Biogas Berdasarkan Bahan Baku Limbah Kotoran Sapi, Serbuk Gergaji, dan Effective Microorganisme-4 (EM4). *Jurnal Beta*, 7(2), 297-301.
- Amri, A., & Pasarai, M. (2019). Analisis Digister Biogas Kotoran Sapi di Sapaya Kecamatan Bungaya Kabupaten Gowa. *Teknologi Volume*, 20(1), 1-5.
- Basri, A. K., Kadirman, & Jamaluddin, P. (2019). Rancang Bangun Reaktor Biogas Skala Rumah Tangga. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 5(1), 79-84.
- Hidayat, W., Pisen, W., Biksono, D., Asri, A., & Putra, Y. H. (2020). Analisis Optimalisasi Produksi Biogas dari Kotoran Sapi dan Jerami dengan Menggunakan Energi Termal. Tangerang: Universitas Muhammadiyah Tangerang.
- Putra, G. M., Abdullah, S. H., Priyati, A., Setiawati, D. A., & Muttalib, S. A. (2017). Rancang Bangun Reaktor Biogas Tipe Portable dari Limbah Kotoran Ternak Sapi. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 5(1), 369-374.
- Sinaga, P. V., Suanggana, D., & Haryono, H. D. (2022). Analisis Produksi Biogas sebagai Energi Alternatif pada Kompor Biogas Menggunakan Campuran Kotoran Sapi dan Ampas Tahu. *Jurnal Teknologi Terapan*, 8(1), 61-69.
- Sulistiyanto, Y., Sustiyah, Zubaidah, S., & Satata, B. (2016). Pemanfaatan Kotoran Sapi sebagai Sumber Biogas Rumah Tangga di Kabupaten Pulang Pisau Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Udayana Mengabdi*, 15(2), 150-158.
- Syafi'i, I. M., Supriyadi, S., & Burhanudin, A. (2021). Rancang Bangun Reaktor Biogas Tipe Batch dengan Bahan Baku Kotoran Sapi dan Limbah Organik. *TRAKSI: Majalah Ilmiah Teknik Mesin*, 21(1), 76-91.