

## Analisis Distribusi Campuran dan Uji Kinerja Karburator 3-Inlet Pada Genset Berbahan Bakar Biogas Kualitas Rendah

Khoirun Naimah<sup>1</sup>, Dimas Haris Ananta<sup>2</sup>, Lathifa Putri Afisna<sup>2</sup>, Ilham Dwi Arirohman<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Teknik Sistem Energi, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Lampung, Indonesia 35365

<sup>2</sup> Teknik Mesin, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Lampung, Indonesia 35365

\* Correspondence: [ilham.arirohman@tse.itera.ac.id](mailto:ilham.arirohman@tse.itera.ac.id)

### Abstrak

Pemanfaatan biogas yang dihasilkan di IWACI ITERA masih terbatas untuk keperluan memasak dan kualitasnya belum pernah diuji. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan teknologi konversi energi biogas sebagai bahan bakar generator set (genset) listrik dan menganalisis distribusi campuran pada karburator genset 3 inlet menggunakan pendekatan *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen kuantitatif yang meliputi identifikasi masalah, pemodelan karburator, pengujian kualitas biogas, dan pengukuran kinerja genset. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas biogas IWACI masih rendah, dengan kandungan metana (CH<sub>4</sub>) sebesar 39,74% dan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) yang tinggi yaitu 41,59%. Pemodelan CFD membandingkan dua model karburator dan menemukan bahwa Model 2 (dengan posisi sudut dua inlet 15°) memberikan hasil pencampuran yang lebih baik serta fraksi metana yang lebih tinggi di bagian outlet. Model ini kemudian dijadikan referensi untuk modifikasi. Uji kinerja genset menggunakan biogas tersebut menunjukkan bahwa genset mampu beroperasi optimal pada beban di atas 400 W, ditandai dengan peningkatan daya efektif yang signifikan dan nilai *Specific Fuel Consumption* (SFC) yang baik.

**Kata Kunci:** Biogas; CFD; Genset; Karburator; Metana.

Received: 08 November 2025  
Revised: 28 January 2026  
Accepted: 29 January 2026  
Published: 31 March 2026

DOI:

<https://doi.org/10.31884/jtt.v12i1.1223>



Copyright: © 2026 by Jurnal  
Teknologi Terapan

### Abstract

*The utilization of biogas produced at IWACI ITERA is still limited to cooking purposes, and its quality has never been tested. This research aims to develop biogas energy conversion technology as fuel for an electric generator set (genset) and to analyze the mixture distribution in a 3-inlet genset carburetor using a Computational Fluid Dynamics (CFD) approach. The research method used was a quantitative experiment which included problem identification, carburetor modeling, biogas quality testing, and genset performance measurement. The results showed that the IWACI biogas quality is still low, with a methane (CH<sub>4</sub>) content of 39.74% and a high carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) content of 41.59%. The CFD modeling compared two carburetor models and found that Model 2 (with two inlets positioned at a 15° angle) provided better mixing results and a higher methane fraction at the outlet. This model was then used as a reference for modification. The genset performance test using this biogas demonstrated that the genset could operate optimally at loads greater than 400 W, indicated by a significant increase in effective power and a good Specific Fuel Consumption (SFC) value.*

**Keywords:** Biogas; CFD; Carburetor; Generator Set; Methane.

## 1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia yang memiliki peran penting dalam pembangunan ekonomi nasional berkelanjutan. Kebutuhan akan energi listrik terus meningkat setiap tahunnya seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan ekonomi (IESR, 2023). Sementara itu, pasokan energi listrik di Indonesia 60% masih didominasi oleh pembangkit listrik berbahan bakar batubara (IESR, 2023). Sumber energi batubara merupakan salah satu sumber energi tak terbarukan yang memiliki dampak negatif signifikan termasuk kontribusi terhadap emisi gas rumah kaca yang dapat memicu pemanasan global (Presiden Republik Indonesia, 2007). Oleh karena itu, dibutuhkan upaya transisi energi dari sumber energi tak terbarukan ke sumber energi terbarukan. Namun, pangsa energi terbarukan masih rendah (<14%), sehingga target penggunaan energi terbarukan 23% pada tahun 2025 akan sulit dicapai (IESR, 2023). Bioenergi, khususnya biogas memiliki peranan penting dalam mendukung peningkatan penggunaan energi terbarukan (Humas EBTKE, 2020; Pemerintah Provinsi Lampung, 2019).

Biogas merupakan gas yang dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organik (kotoran hewan, dan sampah-sampah organik) oleh mikroorganisme pada kondisi anaerob (Steviano dkk., 2021). Kotoran hewan termasuk dari kotoran sapi banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku biogas. Sudah banyak aplikasi pemanfaatan kotoran sapi sebagai sumber energi alternatif pengganti LPG yang sudah diterapkan di masyarakat (Afisna dkk., 2023; Naimah dkk., 2022). Bahan baku kotoran sapi dimanfaatkan karena dapat menghasilkan 50-70% gas metana ( $\text{CH}_4$ ) (Pasaribu dkk., 2021; Rahman, 2019; Romadhona dkk., 2020). Gas metana inilah yang merupakan komponen utama dari biogas karena memiliki nilai kalor yang cukup tinggi ( $8900 \text{ kkal/m}^3$ ), mempunyai sifat tidak berbau dan tidak berwarna (Abdullah dkk., 2022; Santoso, 2019). Produksi biogas dari kotoran sapi mencapai  $0,023\text{-}0,04 \text{ m}^3/\text{kg.BK}$  (Tim Biru, 2020). Selain itu juga, sapi merupakan salah satu hewan ternak yang banyak dimiliki oleh peternak di Provinsi Lampung termasuk yang ada di Kabupaten Lampung Selatan (Badan Pusat Statistik Lampung, 2023).

Institut Teknologi Sumatera (ITERA) merupakan salah satu perguruan tinggi negeri baru di Kabupaten Lampung Selatan juga mempunyai area peternakan sebagai bagian dari Pusat Integrated Waste and Agro Center ITERA (IWACI) (Humas ITERA, 2023). Saat ini, area Peternakan IWACI mengelola 6 ekor sapi yang menghasilkan kotoran 30-60 kg per harinya. Kapasitas digester terpasang adalah  $4 \text{ m}^3$  dan mampu memproduksi biogas hingga  $1,6 \text{ m}^3/\text{hari}$  atau setara dengan 1,28 liter bensin (Semin dkk., 2020). Namun, sampai saat ini, instalasi biogas yang terdapat di IWACI belum pernah dilakukan uji kualitas biogas yang dihasilkan. Sehingga, pemanfaatan hasil biogas tersebut masih terbatas untuk keperluan memasak di salah satu ruangan penjaga area IWACI. Upaya diversifikasi biogas diperlukan untuk meningkatkan nilai tambah biogas yang lebih ramah lingkungan (emisi  $\text{CO}_2$  lebih rendah) dibanding bahan bakar bensin (Negara dkk., 2023).

Potensi biogas dalam konversi menjadi energi listrik berkisar  $4,7\text{-}11,17 \text{ kWh/m}^3$  (Joshi dkk., 2017; Mugraha dkk., 2020). Sehingga dengan produksi biogas hingga  $1,6 \text{ m}^3/\text{hari}$  akan mampu menghasilkan energi listrik sekitar  $7,52\text{-}17,87 \text{ kWh/hari}$ . Studi sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan biogas sebagai bahan bakar genset dengan kapasitas digester  $8 \text{ m}^3$  mampu memproduksi biogas  $2,15 \text{ m}^3/\text{hari}$  atau setara  $0,8 \text{ kWh/hari}$  (Paniran dkk., 2023). Namun, terdapat beberapa kendala dalam proses konversi energi tersebut diantaranya jenis genset yang digunakan, serta kinerja filter tidak maksimal (Paniran dkk., 2023). Selain itu juga, beberapa penelitian terdahulu cenderung memfokuskan pada beban daya listrik dan tidak menganalisa kualitas biogas (Aksan dkk., 2023; Effendy dkk., 2018; Liaha dkk., 2024; Negara dkk., 2023; Romadhona dkk., 2020; Subagio dkk., 2020; Suprayitno dkk., 2021).

Kehandalan biogas untuk dijadikan sebagai bahan bakar genset listrik masih terus berkembang, dikarenakan kandungan gas (kuantitas dan kualitas) yang dihasilkan

berbeda-beda setiap produksi. Biogas dengan kandungan gas metana 58,5% dapat menyalakan genset pada kondisi beban optimal 800 Watt dengan hasil daya mesin generator sebesar 0,80 kW, torsi sebesar 2,60 Nm, dan specific fuel consumption (SFC) sebesar 1,16 kg/HP.h (Panjaitan, 2019). Apabila di blending antara biogas dan LPG diperoleh hasil optimum pada rasio 2:3 dengan hasil daya mesin generator 0,88 kW, dan SFC 1,007 kg/HP.h (Gunardi dkk., 2020). Hasil tersebut jauh lebih baik dibandingkan hanya biogas saja. Hal tersebut karena LPG memiliki komposisi dan nilai kalor yang jauh lebih unggul dibandingkan biogas (Gunardi dkk., 2020). Namun, selisih efisiensi tersebut tidak signifikan, hanya sekitar 1% (Siswanto dkk., 2022). Hal ini menunjukkan bahwa biogas masih merupakan pilihan yang layak digunakan sebagai bahan bakar genset.

Kegiatan konversi energi biogas menjadi bahan bakar ini juga didukung oleh Ditjen Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE) Kementerian ESDM melalui peluncuran Klasifikasi Baku Lapangan Usaha Indonesia (KBLI) 35203. Sebagai Institusi Pendidikan Perguruan Tinggi Negeri baru di Sumatera, ITERA memiliki fokus riset bidang Hilirisasi Produk dalam mendukung percepatan pembangunan dan peningkatan daya saing Sumatera. Sesuai dengan Rencana Strategis ITERA dan Fakultas Teknologi Industri 2020-2024 serta Rencana Induk Penelitian Fakultas Teknologi Industri 2022-2037, terdapat isu strategis di bidang energy sustainability termasuk konversi dan penyimpanan energi. Oleh karena itu, penelitian pengembangan konversi energi biogas menjadi bahan bakar genset listrik menjadi langkah awal penting dalam menuju hilirisasi biogas yang dihasilkan IWACI.

## 2. METODE

Pada penelitian pengembangan Teknologi Konversi Energi Biogas sebagai Bahan Bakar Generator Set (Genset) Listrik ini dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif dengan desain penelitian eksperimen untuk meneliti hasil produksi biogas yang ada di IWACI terhadap jumlah energi listrik yang mampu dihasilkan dan kinerja mesin genset listrik. Diagram alir penelitian dan skema sistem produksi listrik dari biogas dapat dilihat pada **Gambar 1** dan **Gambar 2**. **Gambar 1** menunjukkan mekanisme yang akan dilaksanakan dalam penelitian ini dengan penjelasan sebagai berikut.

1. Identifikasi Masalah. Penelitian ini diawali dari identifikasi masalah yang ditemukan di IWACI yaitu terbatasnya pemanfaatan hasil biogas sejak dibangunnya instalasi biogas tahun 2023 hanya untuk penggunaan gas memasak, belum adanya pengujian hasil biogas, dan belum adanya pengembangan konversi biogas sebagai bahan bakar genset listrik.
2. Studi Literatur. Pada tahap ini dilakukan studi literatur dari berbagai sumber referensi terkait dalam penelitian bidang biogas dan konversi energi biogas menjadi bahan bakar genset listrik dalam upaya transisi energi dan diversifikasi energi.
3. Pemodelan Karburator Genset. Pada tahap ini karburator genset dimodelkan menggunakan simulasi CFD untuk memperoleh informasi terkait proses pencampuran udara dan metana yang terjadi di dalam karburator. Hasil pemodelan kemudian digunakan sebagai referensi untuk modifikasi karburator genset. Informasi nilai *boundary condition* yang digunakan dalam simulasi CFD diberikan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Boundary Condition Simulasi CFD.

No.	Nama	Jenis	Nilai
1.	Inlet biogas	Pressure inlet	109,3 kPa
2.	Inlet udara	Pressure inlet	101,3 kPa
3.	Outlet	Volume flow outlet	0,00202 m <sup>3</sup> /s

4. Persiapan. Pada tahap ini dilakukan persiapan alat dan bahan penelitian yang dapat dilihat pada **Tabel 2** dan **Tabel 3**.

Tabel 2. Peralatan yang digunakan dalam penelitian.

No.	Nama Alat	Fungsi
1.	Digester biogas <i>fixed dome</i> 4m <sup>3</sup>	Tempat terjadinya proses penguraian bahan baku menjadi biogas
2.	Filter Biogas	Untuk memfilter hasil biogas sebelum ke genset
3.	Penampung Biogas 1000L	Untuk menampung hasil biogas
4.	Generator Set 1 kW	Untuk mengkonversi biogas menjadi listrik
5.	Kabel NYM	Untuk menghantarkan arus listrik
6.	Gas Flow meter	Untuk mengukur laju alir produksi biogas
7.	Gas Chromatography	Untuk menganalisis komposisi/kualitas biogas
8.	Multimeter	Untuk mengukur arus dan tegangan listrik

Tabel 3. Bahan yang digunakan dalam penelitian.

No.	Nama Bahan	Fungsi
1.	Kotoran Sapi	Bahan baku biogas
2.	Air	Pengencer kotoran sapi agar homogen
3.	Lampu	Beban uji listrik biogas

5. Pengujian hasil biogas. Pada tahap ini dilakukan analisis kualitas/ komposisi biogas yang dihasilkan sebelum digunakan untuk bahan bakar genset Listrik.
6. Proses Pemurnian Biogas. Proses pemurnian biogas hasil digester dilakukan dengan menggunakan filter biogas (80% Zeolit, 20% zat kimia pengikat) yang berfungsi mengurangi gas pengotor (H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub>S) yang dihasilkan dalam proses pembentukan biogas, sehingga mampu meningkatkan kadar gas metana hingga 20%. Teknik adsorpsi tersebut dilakukan karena memiliki daya serap yang baik (Fahriansyah dkk., 2019). Gas metana yang dapat digunakan sebagai bahan bakar genset listrik minimal ±70% (Fahriansyah dkk., 2019).
7. Pengujian biogas sebagai bahan bakar genset listrik. Genset listrik yang digunakan berkapasitas 1000 VA atau 1 kW.
  - a) Daya efektif generator ( $N_e$ ), merupakan daya yang dihasilkan pada mesin dihitung berdasarkan beban pada generator. Daya efektif generator dapat dihitung dengan persamaan 1 (Mugraha dkk., 2020). Nilai faktor daya diasumsikan sama dengan 1 karena pengujian menggunakan beban resistif murni.

$$N_e = \frac{v \times i \times \cos \phi}{746 \times \eta_{gen} \times \eta_b} \quad (1)$$

Keterangan:

$N_e$  = Daya efektif generator (HP)

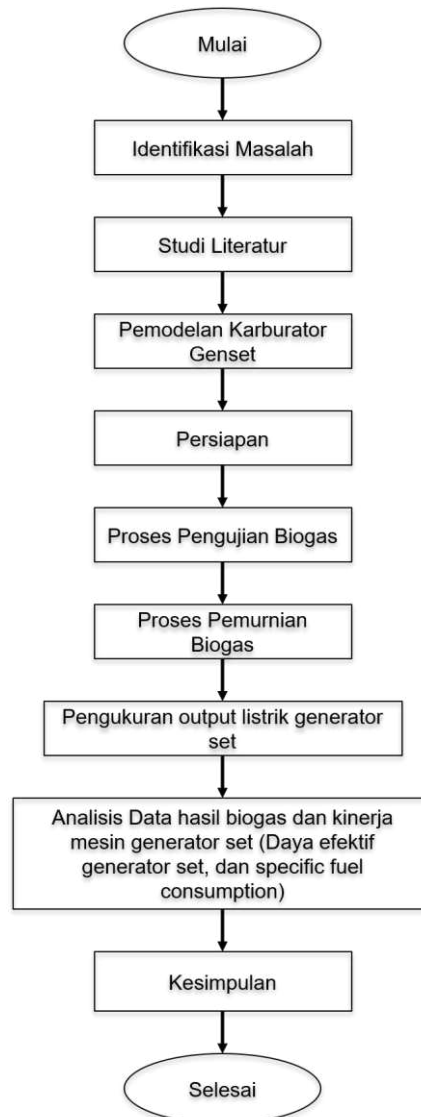
$v$  = Tegangan listrik (Volt)

$i$  = Arus listrik (Ampere)

$\eta_b$  = Efisiensi transmisi (1)

$\eta_{gen}$  = Efisiensi generator (0,95)

$\cos \phi$  = faktor daya (1)



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

- b) Specific Fuel Consumption (SFC), merupakan jumlah penggunaan bahan bakar untuk dapat menghasilkan daya efektif 1 HP selama 1 jam. SFC dapat dihitung dengan persamaan 2 (Mugraha dkk., 2020).

$$SFC = \frac{3600 \times M_{bb}}{N_e \times S} \quad (2)$$

Keterangan:

SFC = Specific Fuel Consumption (kg/HP.jam)

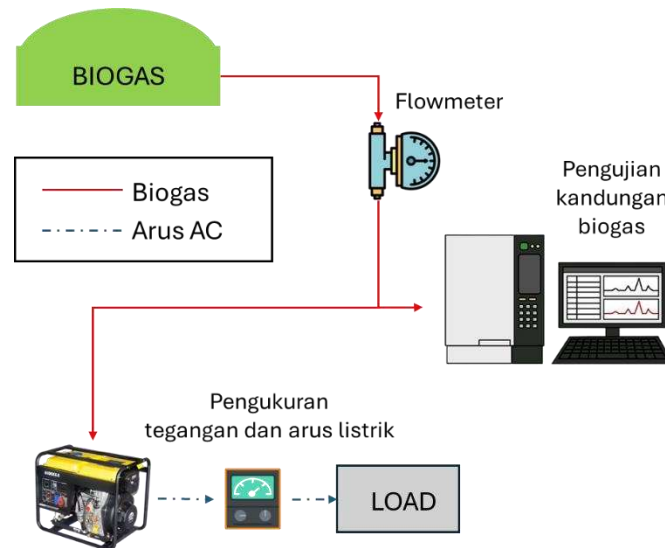
M<sub>bb</sub> = Massa bahan bakar (kg)

N<sub>e</sub> = Daya efektif generator (HP)

S = Waktu konsumsi bahan bakar (jam)

8. Analisis data. Pada tahap ini dilakukan analisis dari hasil data secara statistik deskriptif terhadap kualitas biogas, kinerja mesin genset dan produksi energi listrik serta SFC. Hasil data yang diperoleh akan ditelaah dengan penelitian-penelitian terkait yang pernah dilakukan sebelumnya (Effendy dkk., 2018; Gunardi dkk., 2020; Panjaitan, 2019).

9. Kesimpulan. Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dilanjutkan dengan penyusunan laporan akhir penelitian sebagai bukti tertulis pertanggungjawaban bahwa kegiatan penelitian telah resmi selesai dilaksanakan.



Gambar 2. Skema pengujian kinerja genset biogas.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Kualitas Biogas pada Sistem Instalasi Biogas IWACI

Biogas yang dihasilkan oleh IWACI mampu menghasilkan gas dengan laju alir volume hingga 1,6 m<sup>3</sup>/hari atau setara dengan 1,28 Liter bensin (Semin dkk., 2020). Namun, kandungan gas metana yang terdapat pada biogas tersebut masih relatif rendah (39,74%) dengan kandungan karbondioksida yang cukup tinggi (41,59%). Hal tersebut dapat dilihat pada **Tabel 4**. Hasil pengujian biogas keluaran digester. Hasil dari biogas tersebut lebih kecil dibandingkan dengan biogas yang dihasilkan dari limbah pada umumnya (50-70%) (Pasaribu dkk., 2021; Rahman, 2019; Romadhona dkk., 2020). Hal ini dapat disebabkan oleh proses pengisian bahan baku digester yang tidak diukur kuantitas perbandingan antara kotoran sapi dengan air yang digunakan, serta waktu pengisian bahan baku yang dilakukan setiap hari, sehingga mempengaruhi gas metana yang dihasilkan (Handayani dkk., 2023). Investigasi lain menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi metana di bawah 53% pada biogas dapat menurunkan efisiensi termal yang signifikan pada mesin pembakaran dalam (Porpatham dkk., 2008).

Tabel 4. Hasil pengujian biogas keluaran digester.

No	Komponen Biogas	Hasil (%)
1.	Metana (CH <sub>4</sub> )	39,74
2.	Karbondioksida (CO <sub>2</sub> )	41,59
3.	Nitrogen (N <sub>2</sub> )	14,97
4.	Oksigen (O <sub>2</sub> )	3,70
<b>Total</b>		<b>100,00</b>

Kandungan metana dari biogas yang dihasilkan oleh IWACI juga jauh lebih kecil dibandingkan dengan kandungan metana yang ditetapkan SNI 8094:2014 tentang standar mutu biogas bertekanan tinggi dimana nilai kandungan metana  $\geq 80\%$  dan

kandungan karbondioksida  $\leq 18\%$  (Badan Standardisasi Nasional, 2014). Sehingga biogas pada sistem instalasi biogas IWACI tergolong kualitas rendah. Untuk meningkatkan efektivitas proses anaerobik yang terjadi di dalam biodigester salah satunya dapat menggunakan agitator untuk pengadukan dan membantu homogenisasi campuran di dalamnya (Arirohman dkk., 2022). Namun, untuk jenis reaktor *fixed dome* tertanam tentu akan sulit untuk mengaplikasikan agitator, dikarenakan ukurannya akan memerlukan energi yang cukup besar serta risiko kebocoran.

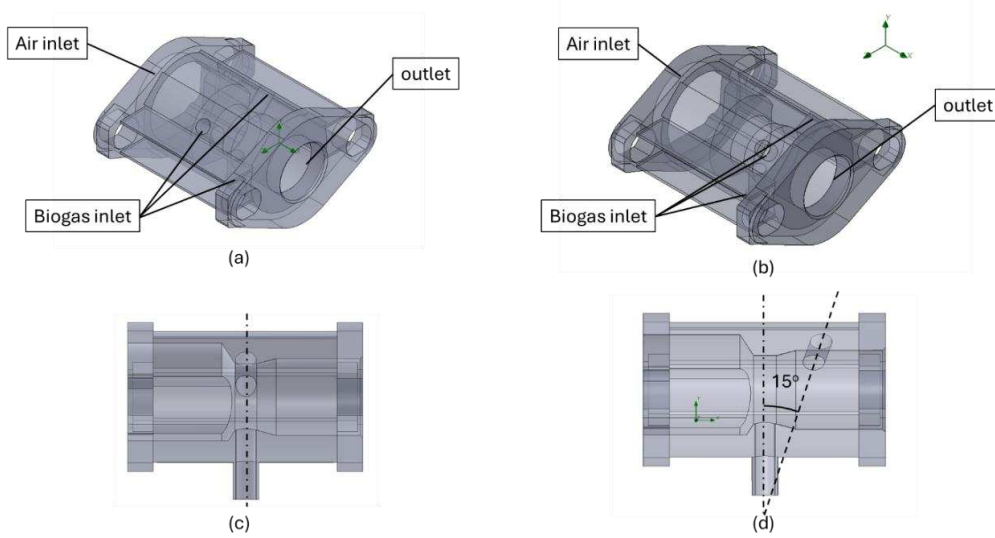
## B. Pemodelan Karburator Biogas

Penggunaan bahan bakar biogas sebagai pengganti bahan bakar bensin genset memerlukan modifikasi pada bagian karburator genset. Hal ini dikarenakan tekanan dari reaktor biogas tidak cukup tinggi untuk digunakan secara langsung pada genset bensin. Tekanan biogas rata-rata dari reaktor sekitar 109 kPa, sebagai perbandingan tekanan rata-rata tabung elpiji adalah 8 bar atau sekitar 800 kPa (Ditjen Migas EBTKE, 2010). Penelitian sebelumnya menggunakan *Carburetor Converter Kit* yang prosesnya adalah terjadi campuran antara bahan bakar gas dengan udara sehingga pembakaran di dalam mesin terjadi dengan campuran antara bahan bakar gas dan udara (Almuhtadee dkk., 2023). Saat penelitian ini dilakukan, sulit untuk mendapatkan *Carburetor Converter Kit*, oleh sebab itu dilakukan modifikasi pada karburator bensin untuk memperoleh proses pencampuran biogas dan udara yang paling baik.

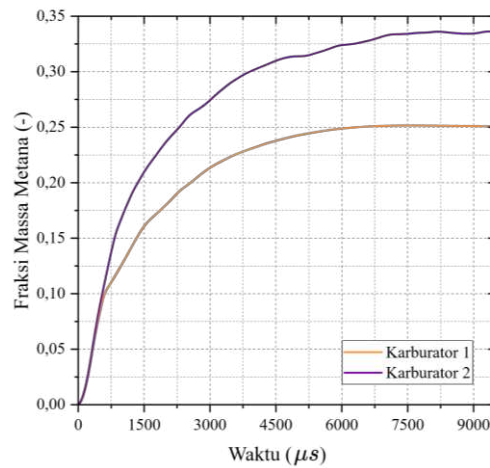
Karburator bensin merupakan *mixer* jenis venturi. Penelitian ini mengusulkan desain 3-inlet dengan konfigurasi injeksi gas radial. Penambahan jumlah titik injeksi ini untuk meningkatkan distribusi fraksi massa bahan bakar secara lebih seragam ke seluruh penampang aliran udara sekaligus menaikkan nilai fraksi massa metana pada campuran dengan udara. Penempatan 2 inlet di bagian *divergin cone* bertujuan untuk meminimalkan *pressure drop* yang mungkin terjadi jika diletakkan pada bagian *throat* venturi. Sementara 1 inlet tetap berada pada bagian *throat* seperti bawaan karburator bensin umumnya. Ada jenis *mixer* yang lain yaitu *single-point gas injection* atau *spud-in*. Mixer jenis ini menghasilkan *pressure drop* yang rendah karena tidak memiliki restriksi fisik seperti pada venturi, namun jenis ini seringkali menghasilkan pencampuran yang tidak merata (stratifikasi bahan bakar). Studi simulasi aliran *Computational Fluid Dynamics* (CFD) pada sistem *mixer gas single-point gas injection* mengonfirmasi bahwa gas yang diinjeksikan melalui satu nozzle cenderung membentuk aliran terpisah (gas plume) yang tidak terdispersi sempurna ke dalam aliran udara utama (Sadah Muhssen dkk., 2019).

Pemodelan dilakukan dengan melakukan *reverse engineering* pada karburator bensin, kemudian dilakukan analisis pencampuran biogas dan udara dengan simulasi CFD. Hasil terbaik dari pemodelan ini kemudian akan dijadikan sebagai referensi untuk modifikasi karburator bensin. Terdapat dua model, yaitu tiga inlet biogas dengan posisi sudut aksis  $0^\circ$  (Model 1) dan tiga inlet biogas dengan posisi sudut aksis dua inlet membentuk sudut  $15^\circ$  terhadap aksis lainnya (Model 2). Kedua model dapat dilihat pada **Gambar 3**.

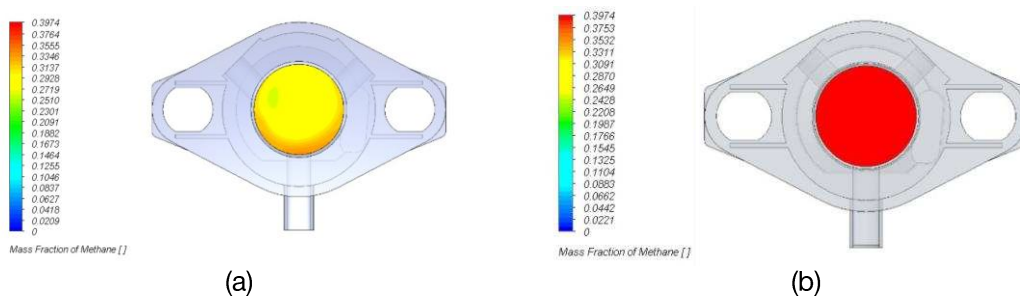
Hasil simulasi pencampuran biogas dan udara dengan menggunakan CFD, menunjukkan model 2 memberikan hasil proses pencampuran yang lebih baik. Hal ini ditunjukkan fraksi metana yang lebih tinggi di bagian outlet karburator (**Gambar 4**). Pencampuran yang lebih baik akan memberikan performa konversi energi biogas-listrik yang lebih baik pula. Distribusi fraksi metana selama proses pencampuran pada bagian-bagian karburator ditunjukkan pada **Gambar 5**, **6**, dan **7**. Dari **Gambar 5** terlihat pada bagian outlet karburator model 2 fraksi massa metana lebih homogen dibandingkan dengan model 1. Sehingga model 2 ini kemudian dijadikan sebagai referensi untuk modifikasi karburator bensin bawaan generator set (**Gambar 8**).



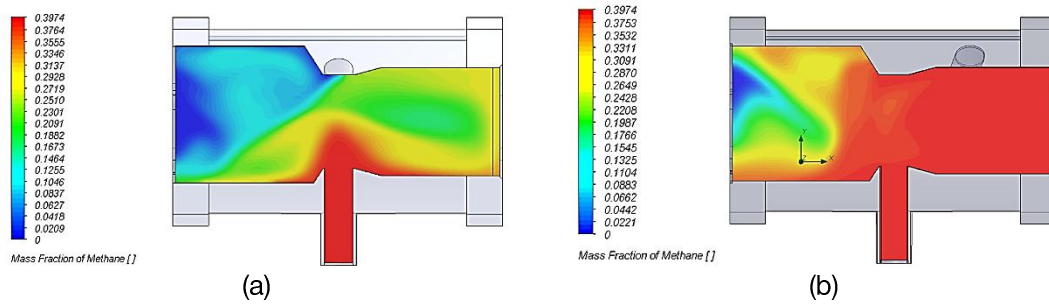
**Gambar 3.** (a) Karburator Biogas Model 1 (b) Karburator Biogas Model 2 (c) Posisi sudut ketiga inlet biogas 0° pada Model 1 (d) Posisi sudut dua inlet biogas 15° terhadap inlet biogas pertama pada Model 2.



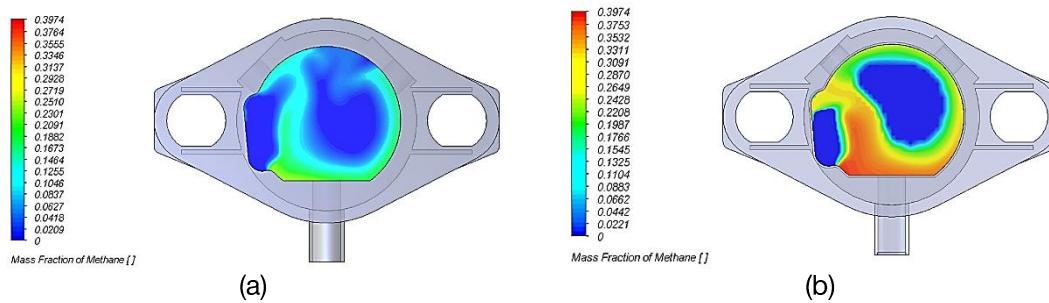
**Gambar 4.** Rata-rata fraksi massa metana pada outlet karburator model 1 dan 2



**Gambar 5.** Distribusi fraksi massa metana pada (a) outlet karburator model 1 (b) outlet karburator model 2.



**Gambar 6.** Distribusi fraksi massa metana pada (a) venturi karburator model 1 (b) venturi outlet karburator model 2.



**Gambar 7.** Distribusi fraksi massa metana pada (a) intake udara karburator model 1 (b) intake udara karburator model 2.

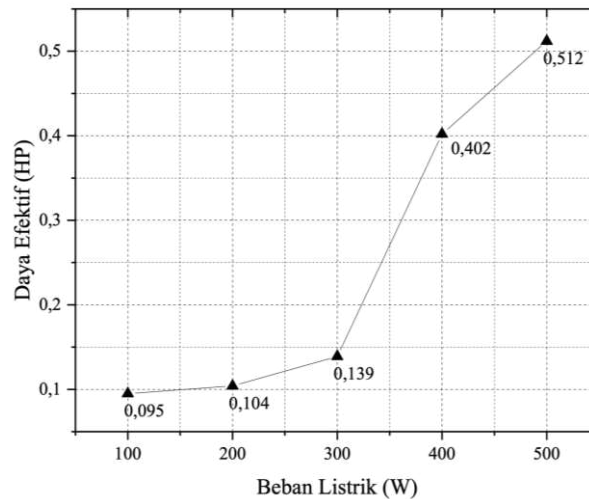


**Gambar 8.** Karburator model 2.

### C. Pengujian kinerja genset listrik berbahan bakar biogas

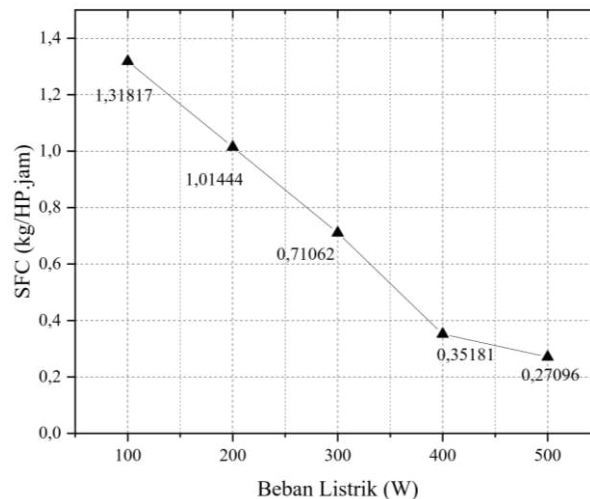
Hasil eksperimen dari uji kinerja genset biogas dapat dilihat pada **Gambar 9**. Uji pertama adalah daya efektif dari generator terhadap variasi pembebanan dengan menggunakan lampu daya 100 W; 200 W; 300 W; 400 W dan 500 W. Hasil menunjukkan bahwa daya efektif generator mengalami peningkatan seiring dengan kenaikan beban lampu (0,095 HP; 0,104 HP; 0,139 HP; 0,402 HP dan 0,512 HP). Peningkatan yang signifikan terjadi pada pembebanan 400 W, dimana daya efektif naik 0,263 HP dari pembebanan 300 W. Hal ini menunjukkan bahwa generator dapat beroperasi dengan lebih baik pada beban di atas 400 W. Nilai daya efektifnya terus mengalami kenaikan pada pembebanan 500 W. Peningkatan daya efektif pada beban 400 W mengindikasikan adanya ambang batas termal dan fluiditas yang berhasil dilampaui oleh sistem. Mengingat biogas yang digunakan memiliki kadar metana rendah (39,74%) dan inersia termal tinggi akibat kandungan CO<sub>2</sub> (41,59%), pembakaran pada beban rendah (<300 W) berlangsung kurang efisien akibat temperatur ruang bakar yang belum optimal. Namun, pada pembebanan 400 W, peningkatan temperatur silinder membantu

mempercepat laju reaksi pembakaran metana. Selain itu, dari sisi mekanika fluida, peningkatan bukaan *throttle* pada beban ini meningkatkan kecepatan aliran masuk (*intake velocity*), yang memicu turbulensi lebih baik pada desain karburator. Hal ini menciptakan campuran bahan bakar-udara yang lebih homogen (seperti yang diprediksi dalam simulasi CFD), sehingga efisiensi konversi energi meningkat cukup signifikan dibandingkan pada beban rendah. Dengan begitu dapat dikatakan genset ini dapat bekerja dengan lebih baik pada beban menengah-tinggi seperti halnya genset dengan bahan bakar konvensional.



**Gambar 9.** Daya efektif genset biogas terhadap variasi pembebanan.

Uji kedua nilai *specific fuel consumption* (SFC) yang dapat dilihat pada **Gambar 10**. SFC digunakan untuk mengevaluasi efisiensi bahan bakar suatu mesin, khususnya mesin pembakaran dalam atau turbin. Parameter ini mengukur jumlah bahan bakar yang diperlukan untuk menghasilkan daya tertentu selama periode tertentu. Semakin kecil nilai SFC, maka semakin irit mesin tersebut menggunakan bahan bakar, dan tentu efisiensinya juga semakin baik. **Gambar 10** menunjukkan bahwa nilai SFC genset menurun seiring dengan peningkatan beban lampu. Nilai SFC relatif tinggi pada variasi beban 100 – 300 W (0,71062 – 1,31817 kg/HP.jam). Mesin pembakaran dalam yang dikonversi menggunakan bahan bakar biogas, biasanya memiliki rentang SFC 0,3 – 0,6 kg/HP.jam (Porpatham dkk., 2008). Hasil ini menunjukkan pada pembebanan rendah (100-300 W) mesin lebih boros dalam konsumsi bahan bakar. Hal ini dapat dijelaskan karena daya efektif yang dihasilkan relatif kecil dibandingkan pada pembebanan menengah-tinggi dengan demikian lebih besar energi yang tidak dikonversi menjadi energi mekanik dan terbuang dalam bentuk panas. Nilai SFC cukup baik pada variasi pembebanan di atas 400 W. Pada beban 400 W dan 500 W nilai SFC 0,27096 kg/HP.jam dan 0,35181 kg/HP.jam.



Gambar 10. Nilai *Specific Fuel Consumption* (SFC) genset biogas terhadap variasi pembebanan.

#### 4. PENUTUP

##### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa biogas IWACI masih memiliki kualitas rendah dengan kandungan gas metana sebesar 39,74% dan gas karbon dioksida sebesar 41,59%. Beberapa faktor yang mempengaruhi rendahnya kandungan gas metana tersebut adalah rasio pencampuran bahan baku (kotoran sapi dan air) yang tidak terukur serta pengisian digester yang dilakukan setiap hari sehingga proses fermentasi anaerob tidak optimal. Hasil simulasi CFD karburator model 2 (variasi 15°) menunjukkan pencampuran metana dengan udara yang lebih tinggi dan homogen dibandingkan model 1 (variasi sudut 0°). Kemudian, modifikasi karburator bensin menjadi biogas dilakukan menggunakan model 2. Hasil uji kinerja genset dengan karburator model 2 ini menunjukkan bahwa biogas tersebut mampu beroperasi lebih optimal pada beban  $\geq 400$  W dengan peningkatan daya efektif yang signifikan di atas 0,4 HP dan nilai SFC relatif rendah di bawah 0,36 kg/HP.jam.

##### Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya diantaranya diperlukan pengaturan rasio pencampuran bahan baku (kotoran sapi dan air) yang konsisten serta pengaturan sistem pengisian untuk meningkatkan kandungan gas metana.

##### Ucapan Terima Kasih

Tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Institut Teknologi Sumatera (ITERA) atas dukungannya melalui Dana Hibah ITERA 2024 dengan nomor kontrak hibah 539bk/IT9.2.1/PT.01.03/2024.

##### Daftar Pustaka

- Abdullah, I., Yudanto, B. G., Nasution, A., & Andiko, R. (2022). Analisis Performance Bahan Bakar Biogas dan Bensin terhadap Kualitas Pembakaran pada Engine Genset 4 Tak 1 Silinder Kapasitas 80 cc. *IRA Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, 1(1), 66–74.
- Afisna, L. P., Alfian, D. G. C., Airohman, I. D., Syaukani, M., & Fahmi, A. G. (2023). Program Sosialisasi Pengolahan Kotoran Sapi Menjadi Biogas Di Sanjaya Farm, Lampung. *AMMA: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(10), 1335–1344.

- Aksan, Said, S., L. R., & Alfira, W. S. (2023). Biogas untuk Penerangan Rumah Tangga di Kelurahan Tatae Kabupaten Pinrang. *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (Setrinov) ke-9*.
- Almuhtadee, M. R., Setiawan, A., Alchalil, A., & Aljufri, A. (2023). Analisa Unjuk Kerja Generator Set Berbahan Bakar Biogas dari Limbah Rumah Makan. *Jurnal Rekayasa Mesin, 14*(2), 713–724.
- Arirohman, I. D., Yahya, S. S. A. S., & Afisna, L. P. (2022). Analisis Unjuk Kerja Agitator Blade Helical Ribbon untuk Pengadukan Bahan Baku Biogas. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika, 7*(2), 120–126. <https://doi.org/10.20527/sjmeKinematika.v7i2.239>
- Badan Pusat Statistik Lampung. (2023). *Lampung dalam Angka 2023*. Badan Pusat Statistik Lampung.
- Badan Standardisasi Nasional. (2014). *Standar Mutu Biogas Bertekanan Tinggi (SNI 8019:2014)*. [www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)
- Ditjen Migas EBTKE. (2010). *Komposisi LPG Tidak Berubah*. <https://migas.esdm.go.id/post/Komposisi-LPG-Tidak-Berubah>
- Effendy, S., Syarif, A., Tahdid, & Trisnaliani, L. (2018). Biogas Hasil Konversi Limbah Kotoran Sapi sebagai Bahan Bakar Genset untuk menghasilkan Energi Listrik Kapasitas 0,3 kW. *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri ITN Malang*.
- Fahriansyah, Sriharti, & Andrianto, M. (2019). Peningkatan Gas Metana dan Nilai Kalori Bahan Bakar Biogas melalui Proses Pemurnian dengan Metode Tiga Lapis Adsorpsi Bahan Padat. *Indonesian Journal of Industrial Research, 11*(2), 182–191.
- Gunardi, A., Wibowo, M. S., Panjaitan, V., Trisnaliani, L., Lestari, S. P., Tahdid, & Zurohaina. (2020). Analisis Kinerja Genset Berbahan Bakar Biogas Dan Biometan Pada Unit CLPDTR. *Prosiding Seminar Mahasiswa Teknik Kimia*.
- Handayani, Y., Ridwan, K. A., & Febriana, I. (2023). Pemurnian Biogas Kotoran Sapi dan Limbah Cair Tahu Media Adsorben Karbon Aktif dan Silika Gel. *Jurnal Pendidikan Tambusai, 21*367–21374.
- Humas EBTKE. (2020). *Strategi Pengembangan Biogas Kejar Target Bauran Energi*. Humas EBTKE. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2020/07/06/2579/strategi.pengembangan.biogas.kejar.target.bauran.energi>
- Humas ITERA. (2023). *IWACI Jadi Pusat Pengelolaan Sampah Berkelanjutan di ITERA*. <https://www.itera.ac.id/iwaci-jadi-pusat-pengelolaan-sampah-berkelanjutan-di-itera/>
- IESR. (2023). *Indonesia Energy Transition Outlook (IETO) 2023*.
- Joshi, A., Jose, J., Bansawal, N., & Soni, N. (2017). Study on Electricity Generation through biogas on small. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 6*(4), 6662–6669.
- Liaha, I. G., Mangindaan, G., & Tulung, N. (2024). *Studi Perencanaan Energi Biogas dari Limbah Daun dan Kotoran Sapi sebagai Alternatif untuk Bahan Bakar Pembangkit Listrik di Universitas Sam Ratulangi*.
- Mugraha, A. T., Isnur, S., Widyartono, M., & Ariwibowo, W. (2020). Pemanfaatan Kotoran Sapi sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik Berskala Rumah Tangga. *Jurnal Teknik Elektro, 9*(3), 725–732.
- Naimah, K., Zen, M. R., Arirohman, I., Fahmi, A. G., Handayani, K. Y., Khanafi, M., Hadi, F. S., Julio, A., Simanjuntak, H., & Muslimah, S. (2022). Produksi dan manajemen energi biogas dari kotoran sapi sebagai pengganti LPG di Kampung Totokaton, Lampung Tengah. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia, 2*(6), 1913–1922.
- Negara, I. G. A., Mulawarman, A. A. N. B., Santosa, I. G., & Midiani, L. P. I. (2023). Studi Eksperimental Generator Elektrik berbahan bakar Biogas guna Mendukung Net Zero Emission (NZE). *Jurnal Rekayasa Mesin, 14*(2), 689–700.

- Paniran, Rosmaliati, & Natsir, A. (2023). Biogas untuk Menghasilkan Energi Listrik. *Dialektrika*, 10(2), 118–126.
- Panjaitan, V. (2019). *Pengaruh Beban Listrik terhadap Kinerja Genset berbahan Bakar Biogas Hasil Konversi Kotoran Sapi Menggunakan Sistem Converter*.
- Pasaribu, G. M., Sinuraya, E., & Denis. (2021). Perancangan dan Analisa Tekno Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Biogas dengan Memodifikasi Generator Set (Genset) berbahan bakar minyak menjadi Generator Set (Genset) Biogas. *Transient*, 10(1), 2206–2685.
- Pemerintah Provinsi Lampung. (2019). *Peraturan Daerah Nomor 9 Tahun 2019 tentang Rencana Umum Energi Daerah Provinsi Lampung*. Dinas ESDM Provinsi Lampung.
- Porpatham, E., Ramesh, A., & Nagalingam, B. (2008). Investigation on the effect of concentration of methane in biogas when used as a fuel for a spark ignition engine. *Fuel*, 87(8–9), 1651–1659. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2007.08.014>
- Presiden Republik Indonesia. (2007). *Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi*. Republik Indonesia.
- Rahman, Y. (2019). Analisis Ketahanan Energi Perkotaan di Provinsi Lampung dengan Metoda 4a (Studi Kasus: Kota Bandar Lampung, Kota Metro, dan Kabupaten Lampung Selatan). *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 19(3), 451–456.
- Romadhona, G., Winarso, & Mukholik, A. (2020). Pemanfaatan Biogas sebagai Sumber Alternatif Tenaga Listrik di BBPTU HPT Baturraden. *TECHNO*, 21(1), 21–28.
- Sadah Muhssen, H., Masuri, S. U., Sahari, B., & Hairuddin, A. A. (2019). CFD Letters Computational Fluid Dynamics Investigation of Air-Gas Pre Mixing Controller Mixer Designed for CNG-Diesel Dual-Fuel Engines. *CFD Letters*, 11, 47–62.
- Santoso, A. B. (2019). *Uji Kinerja Genset Biogas 2500 VA*.
- Semin, Siswanto, N., & Iswanto, A. (2020). Pelatihan Pemanfaatan Limbah Peternakan Sapi sebagai Bahan Bakar Biogas Murah dan Terbarukan di Kampung Susu Dinasty Tulungagung. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 4(2), 72–78.
- Siswanto, A., Ma'arif, M. R., Soleh, M., & Subiyanta, E. (2022). Analysis of the Electrical Power Results from. *Mestro Jurnal Ilmiah*, 4(2), 15–20.
- Steviano, O., Eni Kustanti, S. S., Ifan Muttaqien, & Yani Trisnawati. (2021). *Biogas untuk Kehidupan*. Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian.
- Subagio, A., Adi, K., Prasetyono, B. W. H. E., Tampoebolon, B. I. M., & Yohana, E. (2020). Potensi Energi Listrik dari Konversi Biogas di Kampung Tematik Sapi Perah Desa Gedawang Kecamatan Banyumanik Kota Semarang. *Jurnal Pasopati*, 2(1), 36–42.
- Suprayitno, Sudjono, I., & Suwarno. (2021). Pemanfaatan Potensi Biogas Peternak Sapi Perah Pujon Kabupaten. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian kepada Masyarakat (SINAPMAS) 2021*.
- Tim Biru. (2020). *Instalasi Biogas Indonesia*. Yayasan Rumah Energi.