

PROTOTYPE PORTABLE REAKTOR BIOGAS

Wahyu Arif purnomo¹⁾, Suroto²⁾, Hendro Farid³⁾
^{1) 2) 3)} Prodi Teknik Otomotif Kendaraan Tempur, Jalan Raya Anggrek Sekar
Putih, Pendem Junrejo, Batu, Jawa Timur
E-mail: [Wahyuarif42017.com^{1\)}](mailto:Wahyuarif42017.com), [faridhendr@gmail.com^{2\)}](mailto:faridhendr@gmail.com)

Abstract: Bio gas is gas produced by living things (*bio* = life), namely microorganisms in the form of bacteria. Bacteria decompose organic materials in anaerobic conditions (without air or only a little oxygen) and then produce a gas. The organic materials in question are human feces, animal feces, household waste, agricultural waste, and others. The process of anaerobic decomposition of organic matter is referred to as *anaerobic digestion* and the equipment that facilitates the process is called a *digester*. (The main ingredients of bio gas are methane (CH_4) and carbon dioxide (CO_2). Bio gas belongs to the category of useful *biofuels*, as it has a fairly high calorific value, in the range of 4800 - 6700 kcal/m^3 .

Keywords: *Prototype Portable, Reaktor, Biogas*

Abstrak: Gas bio adalah gas yang dihasilkan oleh mahluk hidup (*bio* = hidup), yaitu mikroorganisme berupa bakteri. Bakteri melakukan aktifitas penguraian bahan-bahan organik dalam kondisi anaerob (tanpa udara atau hanya sedikit oksigen) kemudian menghasilkan suatu gas. Bahan organik yang dimaksud adalah kotoran manusia, kotoran hewan, limbah rumah tangga, limbah pertanian, dan lainnya. Proses penguraian bahan organik secara anaerob ini disebut sebagai pencernaan anaerob (*anaerob digestion*) dan peralatan yang memfasilitasi prosesnya disebut sebagai *digester*. (Kandungan utama dari gas bio adalah gas metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2). Gas bio termasuk dalam kategori bahan bakar biologis (*biofuel*) yang berguna, karena mempunyai nilai kalor yang cukup tinggi, yaitu dalam kisaran 4800 – 6700 kcal/m^3 .

Kata kunci: *Prototype Portable, Reaktor, Biogas*

PEN DAHULUAN

Beberapa tahun terakhir ini energi merupakan persoalan yang krusial di dunia. Peningkatan permintaan energi yang disebabkan oleh pertumbuhan populasi penduduk, dan menipisnya sumber cadangan minyak dunia, serta permasalahan emisi dari bahan bakar fosil. Memberikan tekanan kepada setiap negara untuk segera memproduksi dan menggunakan energi yang dapat diperbarui. Salah satu buktinya adalah adanya kebijakan pemerintah dalam konversi minyak tanah ke gas (LPG). Maka penggunaan biogas sebagai suplemen pada motor bakar juga dapat menjadi salah satu solusi alternatif.

Biogas sangat potensial sebagai sumber energi terbaru karena kandungan *methane* (CH_4) yang tinggi dan nilai kalornya yang cukup tinggi. CH_4 sendiri mempunyai nilai kalor yang dapat menghasilkan nilai pembakaran yang lebih ramah lingkungan dibandingkan bahan bakar bensin. Hal ini disebabkan karena jumlah CO_2 yang dihasilkan selama pembakaran dari bahan bakar biogas lebih sedikit. Biogas dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar penerangan, proses pengeringan, penghasil panas, pembangkit listrik, atau bahan bakar untuk kendaraan bermotor, maka biogas perlu diolah(*treatment*). Pengolahan yang dilakukan misalnya dalam bentuk pencucian terhadap kandungan H_2S , pengeringan biogas dengan uap air,

pengurangan kadar CO_2 , atau bahkan kompresi biogas.

Rancang bangun instalasi biogas ini bertujuan untuk membuat alat penghasil

biogas yang sederhana. Pada umumnya reaktor biogas dibuat statis atau tetap, maka dalam alat ini akan dibuat *prototype* secara dinamis atau dapat dipindahkan sehingga dapat memudahkan bagi pengguna. Bahan baku biogas ini menggunakan kotoran sapi hasil dari ternak yang banyak dipelihara masyarakat. Dari latar belakang tersebut, penulis bermaksud untuk membuat sebuah karya dengan judul “**“PROTOTYPE PORTABLE REAKTOR BIOGAS”**”. Sistem hidrolik merupakan bentuk variasi atau transmisi tenaga yang menggunakan media pengantar yang berbentuk zat cair sehingga diperoleh daya yang lebih besar dari daya awal yang dikeluarkan, dimana tekanan zat cair tersebut Konduktivitas nya meningkat menjadi oleh tekanan. Pompa generator kemudian disalurkan ke silinder beroperasi melalui pipa dan katup. Gerak bolak-balik batang piston silinder kerja yang disebabkan oleh tekanan fluida dalam ruang silinder digunakan untuk menggerakkan alat pelepas dan pemasangan rantai.(Santoso, n.d.) Tekanan yang diberikan pada pada seluruh area adalah sama dan sangat besar, sehingga tekanan terus bekerja pada seluruh titik secara merata dan seragam.(Soleh et al., n.d.)

Proses peningkatan peralatan pendukung tersebut tidak terlepas dari peralatan yang dapat digunakan guna

mempermudah tugas dari seorang teknisi di lapangan. (Prakasa et al., n.d.). Sistem fasilitas pendukung ini menjadi kebutuhan penting saat ini yang dapat digunakan sebagai alat pelepas dan pemasangan rantai tank AMX-13 lebih efektif dan lebih efisien. Unit tenaga hidrolik portabel mencakup rangka, cairan tangki ditopang oleh rangka, dan manifold ditopang oleh bingkai. Tangki reservoir dikonfigurasi untuk menyimpan persediaan cairan hidrolik yang digunakan untuk menggerakkan alat yang digerakkan secara hidrolik. (Dawson, 2022)

METODE PENELITIAN

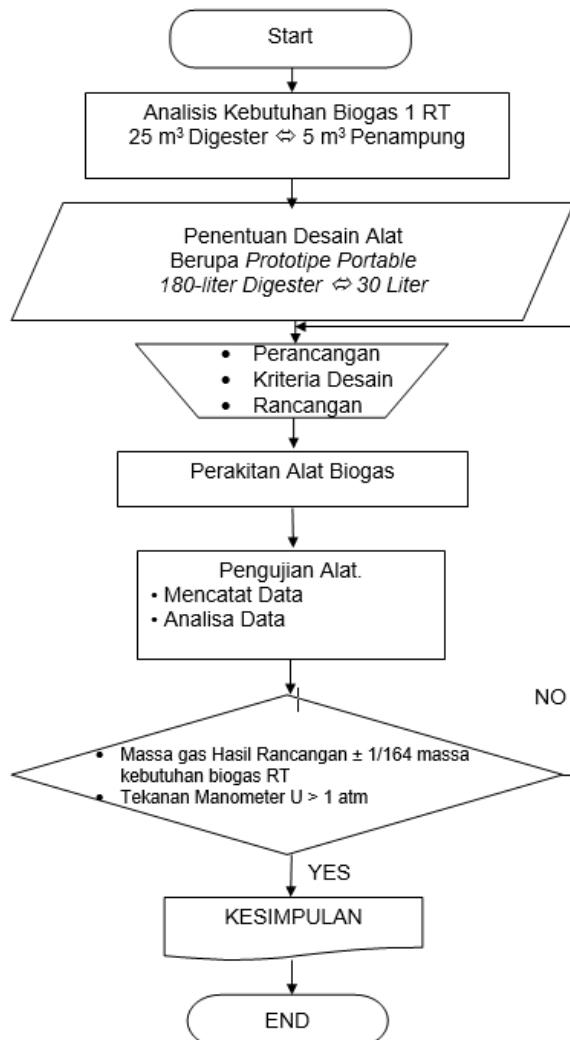
Dalam Penelitian ini digunakan metode induktif sehingga diperoleh hasil yang maksimal. Yaitu dengan merencanakan data yang ada di lapangan yang dilakukan secara sistematis dan secara teoritis dari buku panduan referensi dan jurnal yang terkait dengan sistem hidrolik.

Variabel yang Digunakan.

1. Variabel Bebas.
 - a. Volume digester.

- b. Jenis bahan digester.
2. Variabel Terikat.
 - a. Konduktifitas termal bahan plastik poligen.
 - b. Jumlah bahan baku slurry \pm 183 Liter.

Diagram alir.



Gambar 1. Diagram alir.

terbentuk di bagian bawah naik ke atas, lakukan juga pada setiap pengisian reaktor. Pengisian bahan biogas selanjutnya dapat dilakukan setiap hari, yaitu sebanyak ± 6-liter setiap pagi atau sore hari. Sisa pengolahan bahan biogas berupa sludge (lumpur) secara otomatis akan keluar dari reaktor setiap kali dilakukan pengisian bahan biogas. Sisa hasil pengolahan bahan biogas tersebut dapat digunakan langsung sebagai pupuk organik, baik dalam keadaan basah maupun kering.

Hasil gas yang dihasilkan dari reaktor kemudian dihisap menuju tabung penyimpan gas menggunakan kompresor melewati water trap supaya mengurangi kandungan H_2O atau uap air untuk meningkatkan nilai kalor dari biogas.

1. Perhitungan konduktifitas termal bahan.

Dalam hal ini supaya bakteri mikroba penghasil gas methan dapat tetap bertahan hidup semaksimal mungkin dengan suhu tetap terjaga konstan. Maka dari itu bahan digester harus ditentukan yakni drum plastik/poligen. Untuk mengetahui panas yang hilang dapat dihitung sebagai berikut:

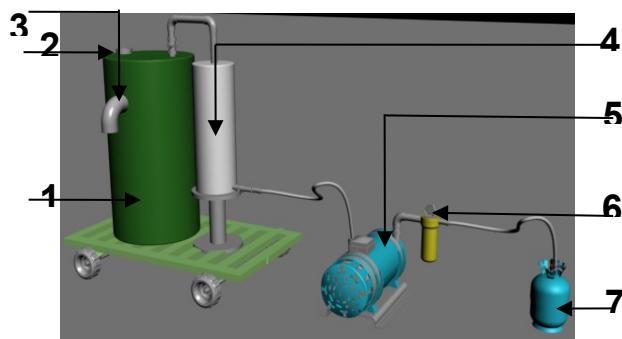
$$q = -k \cdot A \cdot \frac{dt}{dx} \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

Dimana :

- k = konduktivitas termal bahan ($W/m K$).

$$\frac{dt}{dx} = \text{Gradien suhu penampang (K / m)}.$$

Desain Alat



Gambar 2. Desain Alat

Keterangan:

1. Biodigester
2. Saluran masuk bahan baku
3. Saluran keluar bahan baku
4. Penampung gas mulia
5. Kompresor
6. Water trap
7. Tabung penampung gas

Cara kerja alat.

Buat campuran kotoran ternak dan air dengan perbandingan 1:1 (bahan biogas). Masukkan bahan biogas ke dalam reaktor melalui tempat pengisian sebanyak 183-liter slurry, selanjutnya akan berlangsung proses produksi biogas di dalam reaktor. Setelah kurang lebih 5 hari pertama reaktor biogas dan penampung biogas sudah dapat menghasilkan gas. Sekali-sekali reaktor biogas digoyangkan supaya terjadi penguraian yang sempurna dan gas yang

q = laju perpindahan kalor (W)

A = luas penampang (m^2)

2. Laju perpindahan panas.

Dengan cara yang sama dan melibatkan konveksi pada permukaan bagian dalam dan luar silinder, maka untuk bahan dengan bahan lapisan plastic poligen dengan tebal 2,5 mm dapat dihitung sebagai berikut:

$$Q_k = \frac{t_1 - t_0}{r_0 / kA} \dots \dots \dots$$

Dimana:

Q_k = Kerugian panas yang hilang (W)

K = Konduktifitas thermal bahan ($W/m K$)

\bar{A} = luas logaritmik (m^2)

r_0 = tebal bahan (m)

t_1 = suhu luar (K)

t_0 = suhu dalam (K)

Koefisien perpindahan panas keseluruhan untuk sistem ini dapat didasarkan pada luas yang mana saja.

3. Saluran masuk slurry.

Dengan mengetahui volume tangki utama dan waktu yang dipilih, akan dapat ditentukan banyaknya penambahan *slurry* setiap harinya. Untuk reaktor yang baru beroperasi, disarankan untuk membiarkan reaktor tersebut selama beberapa hari, sebelum dilakukan pengisian *slurry* secara rutin setiap harinya. Jumlah *slurry* yang perlu dimasukkan setiap hari dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$m_{\text{slurry}} = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot h_1}{t_{\text{retans}}} \quad (\text{m})$$

Dimana :

m_{slurry} = Penambahan slurry per-hari
 (liter/hari)

r = Jari-jari tangki utama (m)

h_1 = Tinggi tangki utama (m)

t retansi = Waktu (30 hari)

Sedangkan untuk setiap liter *slurry* kandungan padatan maksimal 12,5% dapat dijadikan patokan untuk menghitung massa kotoran sapi yang diperlukan.

4. Tekanan penampung gas bio.

Tekanan gas pada penampung diukur dengan manometer U. Manometer digunakan untuk mengukur beda antara intensitas tekanan di suatu titik dan tekanan atmosfer, salah satu selang manometer dihubungkan dengan penyimpan gas sedangkan lubang satunya terbuka terhadap tekanan udara luar. Sehingga dapat diuraikan persamaan tekanan yang terjadi :

$$P + \rho g_{\text{gas bio}} g X_i + \rho g X = P_a + \rho g H \dots$$

Dimana :

P = Tekanan dalam penyimpan (N/m^2)

P_a = Tekanan udara luar (1 atm)

ρ = massa jenis fluida (kg/m^3)

$g_{\text{gas bio}}$ = massa jenis gas bio (kg/m^3)

g = gravitasi ($9,81 m/s^2$)

X = tinggi fluida ke bawah (m)

X_i = tinggi gas dalam manometer

H = tinggi fluida ke atas (m)

5. Pengujian.

Penyimpanan gas memiliki pemberat pada puncaknya, sehingga memudahkan dalam menghitung tinggi yang dihasilkan oleh akumulasi gas pada tabung penyimpan. Volume penampung gas dapat dihitung menggunakan rumus volume silinder :

Dimana :

V = Volume penampung gas

berbentuk silinder (m^3)

$$\Pi = 3,14$$

r = Jari – jari penampung gas (m)

t = Tinggi penampung gas (m)

HASIL PENELITIAN

1. Perhitungan Volume digester.

Hal pertama yang harus diperhatikan dalam membangun digester adalah jumlah bahan yang tersedia tiap hari dan lama proses untuk mencerna bahan. Maka volume digester yang dibutuhkan untuk mencerna bahan dapat dihitung sebagai berikut:

$$V_{\text{digester}} = \pi \times r^2 \times t$$

$$\begin{aligned} &= \frac{22}{7} \cdot (28,5 \text{ cm})^2 \cdot 90 \text{ cm} \\ &= 3,14 \cdot 812,5 \text{ cm}^2 \cdot 90 \text{ cm} \\ &= 229541,55 \text{ cm}^3 \\ &= 229,54 \text{ dm}^3 \\ &= 229,54 \text{ liter} \end{aligned}$$

2. Volume slurry.

Volume slurry atau bahan baku isian dapat ditentukan dengan menyesuaikan besarnya volume digester. Maka volume slurry yang dibutuhkan untuk mencerna bahan dapat dihitung sebagai berikut:

$$V_{\text{slurry}} = \pi \times r^2 \times t$$

$$\begin{aligned} &= \frac{22}{7} \cdot \textcolor{red}{t} \\ &= 3,14 \cdot 812,5 \text{ cm}^2 \cdot 72 \text{ cm} \\ &= 183390 \text{ cm}^3 \\ &= 183,39 \text{ dm}^3 \\ &= 183,39 \text{ liter} \end{aligned}$$

3. Penyimpan gas.

Gas yang dihasilkan oleh digester dialirkan menuju penampung mula biogas. Disini dilengkapi dengan manometer U

sebagai indikator tekanan dari penampung gas mula:

$$\begin{aligned} V_{\text{penyimpan}} &= \pi \times r^2 \times t \\ &= \frac{22}{7} \cdot (28,5 \text{ cm})^2 \cdot 18 \text{ cm} \\ &= 3,14 \cdot 812,5 \text{ cm}^2 \cdot 18 \text{ cm} \\ &= 45992 \text{ cm}^3 \\ &= 45,99 \text{ dm}^3 \\ &= 45,99 \text{ liter} \end{aligned}$$

4. Perhitungan massa gas.

Volume gas yang diproduksi diukur setelah biodigester terisi penuh dan aliran bahan berjalan tiap hari. Volume gas dihitung dengan cara menghitung volume yang dapat dibentuk gas pada penyimpan sementara dan diukur tekanannya

Dimana : $P = 101,3 \text{ kN/m}^2$

$$V_{\text{penampung alat}} = 0,046 \text{ m}^3$$

$$m = \text{massa (kg)}$$

$$T = 26^\circ\text{C} + 273 = 299 \text{ K}$$

$$R = \text{konstanta biogas } 518 \text{ Nm/kg}$$

$$PV = mRT$$

$$101476,13 \text{ N/m}^2 \cdot 0,046 \text{ m}^3 = m \cdot 518 \text{ Nm/kg}$$

$$K 299 \text{ K}$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{4667,90 \text{ Nm}}{154822 \text{ Nm/kg}} = 0,030 \\ &\text{kg} \end{aligned}$$

diisikan ke penampung maka semakin lama dari nyala kompor.

PEMBAHASAN

Volume penyimpan biogas tabung Freon 13,6 liter setara dengan $0,0136 \text{ m}^3$ dengan menggunakan kompresor torak tunggal maka di hisap untuk dimasukkan ke tabung penyimpan, perbandingannya pengisian dengan digester kebutuhan rumah tangga adalah :

- Perbandingan volume penampung dengan tabung pengisian adalah:

$$1). \quad \text{Digester RT} = \frac{5 \text{ m}^3}{13,6 \text{ d}}$$

$$2). \quad \text{Digester Alat} = \frac{0,03 \text{ m}}{13,6 \text{ dn}}$$

- Tekanan yang diberikan kepada tabung penyimpan dengan hasil tekanan pengukuran sama $0,0147613 \text{ atm}$ setiap harinya maka kemampuan batas tekanan yang dihisap kompresor untuk di masukkan ke dalam tabung penyimpan:

$$1) \quad \text{Digester RT} = 0,0147613 \text{ atm} \\ 367,64 = 5,42 \text{ atm}$$

$$2) \quad \text{Digester Alat} = 0,0147613 \text{ atm.} \\ 2,205 = 0,03 \text{ atm}$$

- Kemampuan kompresor dengan daya $\frac{3}{4} \text{ pk}$ yang mempunyai batas tekanan 8 bar, maka mampu menghisap biogas dalam penampung mula untuk dimasukkan kedalam tabung penampung pada digester RT. Besarnya tekanan biogas yang di isikan terhadap tabung biogas mempengaruhi lamanya nyala kompor. Semakin besar tekanan yang



Gambar 3. Kompor Biogas
yang dimodifikasi

PENUTUP

Dari data hasil perancangan yang telah dilakukan, Volume digester *prototype portable* ini adalah 229,54-liter dengan bahan baku isian *slurry* (Kotoran sapi dan air) 183-liter dan penampung gas 45,99-liter menghasilkan biogas dengan tekanan sebesar $101476,13 \text{ N/m}^2$ setiap harinya. Massa gas yang dihasilkan dari alat ini adalah 0,030 kg setiap hari. Pengisian *slurry* setiap harinya adalah ± 6 -liter dengan perbandingan campuran kotoran sapi dan air 1:1.

DAFTAR PUSTAKA

- Arko, P., 1985. **Perpindahan Panas**, Erlangga, Jakarta
- Fry, L.J., 1974. **Practical Building of Methane Power Plant For Rural Energy Independence**, 2nd edition, Chapel River Press, Hampshire-Great Britain.
- Forst, C., 2001. **Floating Drum Biogas Digester**, ECHO, 17391 Durance Rd. FL33917, USA pp. 1 – 4.

Gunnerson, C.G., and D.C. Stuckey, 1986.

**Integrated Resources Recovery
Anaerobic Digestion Principles and
Practices for Biogas System**, World
Bank Technical paper Number 49,
Washington DC.

Harahap, F.M., 1978. **Teknologi Gas Bio**,

Pusat Tenologi Pembangunan ITB,
Bandung

Horikawa M.S., 2004. **Chemical Absorbtion
of H₂S for Biogas Pirification**,
Brazilian Jurnal of Chemical
Engineering, Vol. 21 No. 03 p. 415 –
422.

Meynell, P. J., 1976, **Methane: Planning a
Digester, Prism Press, Great Britain**
(didalam Kharistya Amaru, 2004)

Munson, B.R., Young, D.F., and Okiishi, T.H.,
2002. **Fundamentals of Fluid
Mechanics**, 4th Edition, John Willey &
Sons, Inc., New York, USA.

Ramli Tarigan, 2009. **Pemanfaatan Biogas
Kotoran Ternak Sapi Sebagai
Pengganti Bahan Bakar Minyak Dan
Gas**, USU Repository

Sasse, L., 1988. **Biogas Plant**, The Deutsch
Zentrum, Germany.

Sufyandi, A., 2001, **Informasi Teknologi
Tepat guna Untuk Pedesaan
Biogas**, Bandung.

Suyitno, 2009. **Pembangkit Listrik Tenaga
Biogas yang Dilengkapi dengan
Kompresi Biogas**, Balitbang, Jateng.

Suyitno, 2010. **Teknologi Biogas**, Graha
Ilmu, Yogyakarta.

